THE ATMOSPHERE AND ITS PHENOMENA.



दक्षिणाप्रैज.

वाय्वावरण आणि त्यांतील चमत्कार.

हा ग्रंथ

टामस डिक साहेबांनीं इंग्रजींत केलेल्या ग्रंथावरून

भाऊशास्त्री थेऊरकर ह्यांनीं

मराठी भाषेंत केला.

तो

नानाशास्त्री आपटे

दक्षिणाप्रैज कमिटीचे रिवैजर ह्यांनीं तपासून शुद्ध केला.

मुंबईंत

टामस ग्रेहाम यांनीं छापिला.

सन १८५७.

किम्मत बारा आणे.

वाय्वावरणविचार.

भाग १.

प्रकरण १.

ह्या विस्तीर्ण ब्रह्मांडांतील ईश्वराचीं कृत्यें जो ज्ञानी मनुष्य लक्ष्य देऊन पहातो, त्यास त्या सर्वांवरून ईश्वराचे गुण व कर्तृत्वशक्ति हीं सहज दिसून येतात. आपण ज्या पृथ्वीवर रहातों, ती ह्मणजे ज्यांच्या पुढें कांहींच नाहीं, असें जे आकाशांतील दैदीप्यमान मोठमोठाले तारे त्यांपासून, सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें पाहिलें असतां मात्र दृग्गोचर होणारे असे जे ह्या पृथ्वीवरील पाण्यांत संचार करणार सूक्ष्म जंतु त्या जंतूंपर्यंत, कोणताही पदार्थ विचारपूर्वक पाहिला असतां, त्यांत आपल्या दृष्टीस पडतें, कीं परमेश्वराचें कौशल्य व शक्ति हीं अपार आहेत. ह्या सर्व कृत्यांवरून ही गोष्ट उघडच दिसते, कीं ज्या प्राण्यांस ईश्वरानें बुद्धि दिली आहे, त्या सर्वांनीं ह्या कृत्यांचा विचार करावा, ह्मणजे तेणेंकरून त्यांचे मनांत ईश्वराच्या गुणांचें महत्व वाढून, ईश्वराला योग्य जी स्तुति ती करण्याविषयीं त्यांची प्रवृत्ति होईल, ह्याच उद्देशानें परमेश्वरानें हीं कृत्यें केलीं आहेत. ह्याकरितां सुज्ञ व धर्मशील मनुष्यांनीं आपला कांहीं काळ ह्या कृत्यांचा विचार करण्यांत घालवावा, हें योग्य आहे. हा विचार करण्यांत काळ घालविणें, हें केवळ मनोरंजनार्थ आहे, असें नाहीं; तर आपला धर्मही आहे.

जेव्हां जेव्हां आपल्या दृष्टीस पडतें, कीं पृथ्वी नाना-प्रकारच्या रंगांनीं चित्रविचित्र व शोभायमान झाली आहे, तिजवर लक्षावधि वृक्ष, गुल्म, लता, उगवत आहेत, व त्यांचा सुवास चोंहीकडे पसरत आहे, आणि तिजवर व आकाशांतून व पाण्यांतून कोट्यावधि जीव संचार करीत आहेत, व त्यांच्या उपजीविकेकरितां व सुखाकरितां सामग्रीची बेगमी परमेश्वरानें केली आहे, तेव्हां तेव्हां आपली अशी खातरी झाल्याशिवाय रहातच नाहीं, कीं ईश्वराचे प्राण्यांवर उपकार असंख्य आहेत, त्याची दया सर्व भूतांवर आहे, व त्यानें जी व्यवस्था केली आहे, तिचा मुख्य उद्देश हाच कीं प्राणिमात्रास सुख व्हावें. ह्याप्रमाणेंच आपण जेव्हां वनस्पतींविषयीं ह्मणजे त्यांच्या आंतील शिरा, व दर एक खांदीस व दर एक पानास ज्यांच्या द्वारें निरंतर जीवनरस पोंहचतो, अशा ज्या अतिशय सूक्ष्म वाहिनी, कीं ज्या यंत्रावांचून कधींच दृग्गोचर व्हावयाच्या नाहींत त्या, व ज्यांच्या द्वारें सुगंध बाहेर पडतो अशीं जीं वनस्पतीचीं रंध्रें तीं, व सूक्ष्मदर्शक यंत्राशिवाय कदापि दृष्टीस न पडणारी अशी जी त्यांच्या पत्रपुष्पादिक अवयवांची रचना ती, ह्यां सर्वांविषयीं; किंवा भिन्नभिन्न जातींच्या प्राण्यांविषयीं, ह्मणजे त्यांचे डोळे, कान, पाय, तोंड, इत्यादिक जे अवयव त्यांच्या रचनेमध्यें जे भेद आहेत ते, व त्यांच्या शरीरांत निरंतर चालू असणारे जे व्यापार ते, ह्यांविषयीं; किंवा मुंगीपेक्षांही अतिशय सूक्ष्म अशा कीटकांच्या शरीरांचे अवयव, रंध्रें, व चित्रविचत्र रंग, आणि त्या सूक्ष्म कीटकांचा पंचमहाभूतांशीं संबंध राहून त्यांचें जीवन, त्यांची गति, व त्यांचें सुख, हीं चालावीं ह्मणून ज्या युक्ती परमेश्वरानें के-

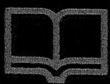
ल्या आहेत त्या, ह्या सर्व गोष्टींविषयीं; अथवा आपल्याच शरीररचनेविषयीं ह्मणजे निरनिराळ्या आकारांचीं व निरनिराळ्या आकारमानांचीं जीं शेंकडों हाडें आपल्या शरीरांत आहेत तीं, व अवयवांस गति देण्याकरितां शरीरांत जे असंख्यात स्नायू आहेत ते, व ज्यांच्यामुळें रक्तापासून सर्व धातु निरनिराळे होतात असे जे आशय ते, व जीवनरस शोषून घेऊन त्यास रक्तास नेऊन पोंहोचविणाऱ्या अशा ज्या वाहिनी त्या, व ज्यांच्या द्वारें निरंतर घाम बाहेर पडतो अशीं जीं कोट्यावधि रोमरंध्रें तीं, व ह्या अद्भुत देहयंत्रांत जागोजागीं चैतन्य राखणाऱ्या ज्या ज्ञानतंतूंच्या असंख्यात शाखा त्या, व दर तासास दाहादाहा वेळ दर एक ठिकाणीं सर्व रक्त आणणाऱ्या ज्या धमन्या त्या, इत्यादिकांविषयीं आपण विचार करितों; तेव्हां ईश्वराचें कौशल्य आपल्या ध्यानांत येतें, आणि असें वाटतें, कीं ईश्वराची कर्तृत्वशक्ति व चातुर्य हीं अगाध आहेत, व त्याचें चरित्रही अगाध आहे.

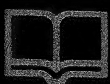
अंतरिक्षांत आपआपल्या बृहत्कक्षामार्गानें भ्रमण करणारे जे ग्रह व धूमकेतु ह्यांविषयीं आपण विचार करूं लागलों, व कोट्यावधि स्वयंप्रकाश व परप्रकाश गोल अंतरिक्षांत चोंहीकडे पसरलेले आहेत, व एकट्या सूर्यमंडलानें पृथ्वीच्या तेरा लक्ष पट जागा व्यापिली आहे, व पृथ्वीपेक्षा तेराशें पट मोठे असे कितीएक गोल दर तासास पंधरा हजार कोस ह्या वेगानें अंतरिक्षांत निरंतर भ्रमण करीत आहेत, व त्यांचे भोंवतालींही कितीएक उपग्रह प्रदक्षिणा करीत आहेत, हें सर्व आपण मनांत आणिलें, ह्मणजे आपण थक होऊन जातों, आणि ईश्वरशक्ति अचिंत्य आहे व

मानवी कृत्यें ईश्वरी कृत्यांच्या पासंगास सुद्धां लागणार नाहींत, अशी आपली खातरी होते.

ह्या ब्रह्मांडाच्या पसाऱ्यांत मनुष्यास दृष्टीस पडण्याच्या ठिकाणीं मात्र परमेश्वरानें आपले गुण व चातुर्य हीं उघड करून दाखविलीं आहेत, असें नाहीं. अदृश्य ठिकाणांविषयीं ज्ञानदृष्ट्या विचारकरून पाहिलें असतां, तीं तेथेंही आहेत असें आपल्या लक्षांत येतें. जर ह्याच भूगोलाच्या पोटांत केंद्रस्थानीं आपणांस जातां येऊन तेथें जे व्यापार चालले आहेत ते पहातां येते; किंवा ह्या अगाध समुद्रांत जे कोट्यावधि पदार्थ आहेत ते पहातां येते; अथवा वाफेबरोबर वाय्वावरणांत चढतां येऊन ती कोणत्या कोणत्या प्रदेशांतून जाते, व तिचीं रूपांतरें कशीं कशीं होतात, हें पहातां येतें, अथवा वातावरणाचा कांहीं एक घनप्रदेश सोडून जेथें अग्निगोल व उल्का हीं उत्पन्न होतात तेथें जातां येतें, अथवा प्रत्येक ग्रहाच्या वाय्वावरणाचे आसमंतात् भागीं अंतरिक्षांत काय आहे, ह्याचा तेथें जाऊन जर शोधकरितां येता, अथवा पदार्थांच्या परमाणूंमध्यें, व वायुरूपी पदार्थांच्या संयोगामध्यें, आणि पृथक् भवनामध्यें, व अत्यंत सूक्ष्म फुलांतून रसाभिसरण होण्यामध्यें, व सूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या साहाय्यानें मात्र दृग्गोचर होणाऱ्या क्षुद्र जंतूंच्या रक्तादिरस वाहिन्यांमध्यें, जे जे रसायन व्यापार निरंतर चालले आहेत, ते पहातां येते; तर निःसंशय आपणांस असें समजलें असतें, कीं ब्रह्मांडाच्या ह्या दृश्य पसाऱ्यांत परमेश्वराच्या जशा अद्भुत चातुर्यानें सर्व कृत्यें चाललीं आहेत, तशाच चातुर्यानें आपणांस न दिसणाऱ्या ठिकाणचींही कृत्यें चाललीं आहेत.

ह्यांहींकरून युक्त जो पृथ्वीस वेष्टून राहाणारा वायु तो होय. हा वायु पृथ्वीचे अंगीं आकर्षणशक्ति आहे, तीमुळें भूकेंद्राकडे आकृष्ट होऊन पृथ्वीला कांहीं एक परिमित जोरानें दाबीत आहे, व पृथ्वी आपल्या दैनंदिन व वार्षिक गतीनें चालत असतां, हाही तिजबरोबर चालून दर तासास चौतीस हजार कोस ह्या मानानें भूकक्षेंतून निरंतर फिरत आहे. वाय्वावरण हें अदृश्य आहे, आणि ह्मणूनच पुष्कळ लोकांना भ्रम आहे, कीं ज्यांतून पक्षी उडतात, व ढग चालतात, असा जो आपल्या आसमंतात प्रदेश आहे, तो सर्व शून्य आहे. वाऱ्याची झुळूक आली असतां कांहीं ध्वनी ऐकूं येतो तो, व तुफानें व वावटळी, ह्यांपासून जे भयंकर परिणाम घडतात ते, ह्यांचा जर लोकांस अनुभव नसता, तर वायु ह्मणून पदार्थ आहे असें ते कधीं कबूल करतेना. असो, वायु प्राणिमात्राच्या जीवनास व सुखांस जसा आवश्यक आहे, तसा ह्या पृथ्वीवर दुसरा कोणताही पदार्थ नाहीं. कारण कीं, पृथ्वीवर समुद्र, झरे, नद्या, वगैरे जीं हल्लीं आहेत तीं सर्व तशींच राखून पृथ्वीच्या सभोंवती जें वाय्वावरण आहे, तें मात्र भगवंतानें काढून घेतलें तर असें घडेल, कीं पृथ्वीवर जे प्रस्तुत ऐशीं कोट लोक आहेत ते, व जलचर, स्थलचर, आदिकरून इतर सर्व प्राणी पांचचार पळांत मरतील.





वाय्वावरणरूप विषय स्पष्ट होण्याकरितां तत्संबंधी जे विचार करावयाचे ते येणेंप्रमाणें.

१ वायूचें वजन, व पृथ्वीवरील पदार्थांवर त्याचा दाब, ह्यांचा विचार.

२ वायूच्या दाबामुळें ज्या गोष्टी घडून येतात असें दिसतें, त्यांपैकीं कित्येकांचें प्रतिपादन.

३ वायूची स्थितिस्थापकता, व तिजमुळें कोणकोणतीं कार्यें घडतात, ह्यांविषयीं विचार.

४ वाय्वावरणाच्या उंचीविषयीं ह्मणजे पृथ्वीचे पृष्ठभागापासून वर कोठपर्यंत वायूचा विस्तार आहे, ह्याविषयीं विचार.

५ वायूचे घटकावयवांचा विचार.

६ वायूपासून ह्या सृष्टींत जीं हितावह कार्यें घडतात, त्यांचा विचार.

७ परमेश्वराचें ज्ञान अगाध आहे, व प्राणिमात्राचें कल्याण करावें, अशी त्याची बुद्धि आहे, इत्यादिक गोष्टींची वाय्वावरणावरून सिद्धता.

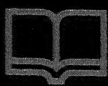
प्रकरण २.

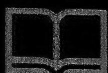
वायु प्राकृतिक पदार्थ आहे.

आपणाभोंवतीं जो रिकामा प्रदेश दिसतो, त्यांत आपणांस बिलकुल कांहीं दृष्टीस पडत नाहीं, व अंगाला कांहीं लागत नाहीं. हळूं चालूं लागलों असतां, आपणांस कसला प्रतिबंध होत नाहीं, असें असतां तो प्रदेश वायूनें व्याप्त

कोठीला फिरतांना किंचित् प्रतिबंध होतो असें वाटतें.

२ आपण छत्री उघडून ती जोरानें पुढें लोटूं लागलों, तर तिला लोटण्यास बराच नेट द्यावा लागतो, व समोर कोणी उभा असला, तर अंगाला कांहीं पदार्थाचा स्पर्श झाला, असें त्याला वाटतें. जर आपण फारच मोठी ह्मणजे बारा फुटांपासून पंधरा फुटपर्यंत व्यासाची छत्री उघडून हातीं धरिली आणि वीस पंचवीस फुट उंचीच्या इमारतीवरून खालीं उडी टाकिली, तर जमिनीवर न अदळतां तीवर हलके हलके उतरत येऊन पोहोंचूं. पाराकुटी ह्मणून एक यंत्र आहे, तें ह्याच नियमाच्या आधारानें केलें आहे. कोणी एक मनुष्य विमानांत बसून पृथ्वीपासून सुमारें अर्धकोस वर गेल्यावर, विमान सोडून पाराकुटी ह्या यंत्राच्या योगानें थोड्या वेळांत जमिनीवर आला. त्याला कांहीं धक्का बसला नाहीं, व दुखापतही झाली नाहीं. समयविशेषीं शहरांत एकाद्या ठिकाणीं आग लागल्यामुळें मनुष्यास प्राण वांचविण्याकरितां, तिसऱ्या मजल्यावरून देखील उडी टाकण्याचा प्रसंग येतो; तेव्हां असलें यंत्र जवळ असलें, तर मोठा उपयोग घडेल. असो, ह्या सर्व गोष्टींवरून सिद्ध होतें, कीं आपणासभोंवतीं जी रिकामी जागा दिसते, ती सर्व कांहीं एका पदार्थानें भरली आहे. तो पदार्थ आपणास दिसत नाहीं; तथापि विस्तृत आकारा-





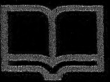
ची एकादी वस्तू त्यांतून जोरानें लोटली असतां, तिला त्यापासून बराच अटकाव होतो.

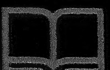
३ ज्या जाग्यांत वायु आहे, त्या जाग्यांत दुसरा पदार्थ रहात नाहीं. ह्यामुळें तो प्राकृतिक पदार्थ आहे. ह्यास उदाहरण, एकादा शिसा उपडा धरून पाण्यांत बुडविला, तर पाण्यानें सर्व शिसा न भरतां त्यांतील तोंडाजवळची मात्र थोडिशी जागा भरते. कारण कीं, शिशामध्यें मुळीं वायु असतो. त्यानें आंतील सर्व जागा व्यापिली असते त्यामुळें पाण्याला तेथें जातां येत नाहीं. शिशांतील वायु प्राकृतिक पदार्थ नसतां, तर सर्व शिसा पाण्यानें भरला असता. आपण नर्साळ्यावाटें शिशांत शाई ओतीत असतां, नर्साळ्याची नळी शिशाच्या तोंडांत जर गच्च बसली, तर शिसा रिकामा असतांही नर्साळ्यांतील रस खालीं जात नाहीं; ह्मणून नर्साळें वारंवार उंचलावें लागतें. आतां ह्याचें बीज असें आहे, कीं आपण शिशांत नर्साळ्यावाटें शाई ओतावयास लागलों ह्मणजे नर्साळ्यांतील शाई जसजसी शिशांत पडते तसतसा तेथचा वायु, नर्साळ्याची नळी व शिसा ह्यांच्यामध्यें जो अवकाश असतो, त्यांतून बाहेर पडतो, आणि तेणेंकरून शाई रहाण्याला जागा रिकामी होते. आतां नर्साळें शिशाच्या तोंडांत गच्च बसलें ह्मणजे वाऱ्यास बाहेर पडण्यास मार्ग रहात नाहीं, ह्यास्तव शाई आंत जात नाहीं. ह्मणून नर्साळें हलवावें लागतें. हा जो नियम वर सांगितला, ह्याच्याच आधारानें मज्जनघंटिका बनावली आहे. तिच्या साहाय्यानें समुद्रांत खोलखोल ठिकाणीं मनुष्यें जातात; परंतु तीं पाण्यांत बुडत

हीं जोर घातला असतां, तो तळापर्यंत जात नाहीं. कारण कीं, तो नळीचे बरोबर बसलेला असतो, तेणेंकरून नळीं-तील वायूस बाहेर पडावयास द्वार न राहिल्यामुळें तो वायु तळाशीं बसतो, आणि त्यानें व्यापलेल्या जागेवर बुचाला जातां येत नाहीं. आतां ह्यावरून पहा, कीं नळींतील वायु दिसत नाहीं; तथापि तो ज्या जागेवर आहे, त्या जागेवर बुचाला जाण्यास रीघ सांपडत नाहीं. ह्यावरून वायु हा प्राकृतिक पदार्थ आहे, हें सिद्ध होतें.

५ भात्यांत वायु शिरल्यावर त्याचीं दोन्हीं तोंडें बंद केलीं, आणि त्याच्या फळ्या एकमेकीला लावूं ह्मटलें, तर होत नाहीं. कारण कीं, आंत वायु असल्यामुळें भाता कापूस किंवा लोंकर भरल्याप्रमाणें फुगतो; परंतु भात्याचें एकादें तोंड मोकळें केलें, तर फळ्या सहज एकमेकींला लागतात.

६ वायु दृष्टीस सामान्यतः पडत नाहीं; परंतु तो कांहीं कृतींनीं थोडासा दृग्गोचर होतो. ज्या भिंगांतून अति मोठें दिसतें, अशीं भिंगें दुर्भिणीला लावून आपण उन्हाळ्यांत भर दोन प्रहरीं दूरचा पदार्थ पाहूं लागलों तर त्या पदा-र्थासभोंवती कांहींशा समुद्राच्या लाटांप्रमाणें वायूच्या लाटा दृष्टीस पडतात. आणि ह्यामुळेंच तो पदार्थ आपणास स्पष्ट दिसत नाहीं.





सारांश, वर सांगितलेल्या प्रमाणांवरून असें सिद्ध होतें, कीं वायु जरी साधारण रीत्या चक्षुरिंद्रियगोचर नाहीं, तरी पाणी, लोखंड, धोंडा, इत्यादि पदार्थांसारिखा तो प्राकृतिक पदार्थ आहे. वायु चलित झाला, ह्मणजे त्यास वारा असें ह्मणतात. तो स्थीर असला, ह्मणजे समजायास देखील कठीण पडतें, आणि चल असला ह्मणजे त्यापासून मोठ-मोठीं उपयोगी कार्यें घडतात, व एकादे वेळेस मोठमोठे अनर्थही होतात.

प्रकरण ३.

वाय्वावरणाचें गुरुत्व, भार, व प्रकृत्यंश, ह्यांविषयीं.

वायु हा एक प्राकृतिक पदार्थ आहे, असें सिद्ध झालें. तेव्हां वायूलाही इतर पदार्थांप्रमाणें वजन आहे, हें अर्थांतच सिद्ध झालें. आतां ह्याचे वजनाचें इतर पदार्थांच्या वजनाशीं काय प्रमाण आहे, हें काढतां येतें. एक कार्ट पाणी मावण्याजोगें पात्र वजन केलें,आणि वाताकर्षक यंत्राच्या योगानें अगर दुसऱ्या कोणत्याही युक्तीनें त्यांतील वायु काढून टाकून तें पुनः वजन केलें, तर दुसऱ्या खेपेस तें पहिल्यापेक्षां सोळा ग्रेनांनीं कमी भरतें. आतां एक कार्ट पाणी वजन केलें, तर तें चवदा हजार साहाशें वीस ग्रेन ह्मणजे सुमारें दोन पौंड वजन भरतें. तेव्हां १४६२० ह्या संख्येस सोळांनीं भागिलें असतां नऊशें तेरा भागाकार येतो, ह्मणून असा अजमास होतो, कीं पाणी वायूपेक्षां नऊशें तेरापट जड आहे. वायूचें सापेक्ष गुरुत्व पहाण्याकरितां दुसऱ्याही कृति करून पाहिल्या आहेत. त्यांवरून

असा अजमास होतो, कीं एक घनफूट जागेंतील वायु १$\frac{१}{५}$ औंस भरतो, व तितक्याच जागेंत पाणी भरलें असतां, तें एक हजार औंस भरतें. तेव्हां एक हजारास एक पूर्णांक एक पंचमांश ह्यानें भागलें असतां, आठशें तेहतीस भागाकार येतो; ह्मणून पाणी वायूपेक्षां तितके पट जड आहे, असें सिद्ध होतें. वायूच्या सापेक्ष गुरुत्वाच्या मानाचा बरोबर निश्चय ठरविणें अशक्य आहे, तथापि सर्व कृतींवरून सामान्यतः पाहिलें असतां, असें ठरतें, कीं वायु पाण्यापेक्षां आठशांपासून नऊशें पटपर्यंत हलका आहे.

हा वर सांगितलेला नियम भूपृष्ठाजवळ असणाऱ्या वायूस मात्र लागू आहे. भूपृष्ठापासून वरवर वायु पातळ व हलका होत गेला आहे, कारण त्यावर त्याच्या वरच्या वायूचें वजनच कमीकमी होत गेलें आहे.

आतां आपण वाय्वावरणाचा पृथ्वीवर व पृथ्वीवरील पदार्थांवर भार किती पडतो, ह्या गोष्टीचा विचार करूं.

नानाप्रकारच्या कृतींवरून सामान्यतः असें सिद्ध झालें आहे, कीं पृथ्वीवरील प्रत्येक औरस चौरस इंच जागेवर वाय्वावरणाचा भार सुमारें पंधरा पौंड पडतो. हा भार काढण्याचा प्रकार येणेंप्रमाणें— सुमारें तीन फुट लांब कांचेची नळी घेऊन तिचें एक तोंड रसायनकृतीनें बंद करावें. नंतर तींत पारा भरून दुसऱ्या तोंडावर बोट ठेवावें, आणि तें तोंड आंत वायु अगदीं न जाऊं देतां पाऱ्यानें भरलेल्या एका पात्रांत बुडवावें. आणि तोंडावरचें बोट काढावें, ह्मणजे नळींतील पारा खालीं न उतरतां पात्रांतील पाऱ्याच्या पृष्ठभागापासून वर साडेएकुणतीस इंचपर्यंत नळींत तसाच रहातो; वाय्वावरणांत चलबि-

चल झाली असतां मात्र कांहीं खालवर होतो. आतां यंत्रांतील पाऱ्याच्या पृष्ठभागावर वाय्वावरणाचा भार आहे, ह्मणून पारा नळींत साडेएकुणतीस इंचपर्यंत चढतो, हें उघड आहे. कारण कीं, तें पात्र व ती नळी ह्यांवर हंडी पालथी घातली आणि हंडींतील वायु काढून टाकिला, तर नळींतला सर्व पारा पात्रांत उतरतो. हंडींत वायु पुनः जाऊं दिल्यास पारा पहिल्याप्रमाणें नळींत पुनः शिरतो. नळीचें वरचें तोंड मोकळें केलें असतांही त्याप्रमाणेंच पारा पात्रांत उतरतो. तस्मात् असें सिद्ध झालें, कीं साडेएकुणतीस इंच जाड पाऱ्याचा थर सर्व पृथ्वीवर दिला असतां, त्याचा जितका भार पृथ्वीवर पडेल, तितकाच भार वाय्वावरणाचा पृथ्वीवर पडतो.

आतां ही गोष्ट सिद्ध आहे, कीं एक इंच लांब, एक इंच रुंद, आणि साडेएकुणतीस इंच उंच असा पारदस्तंभ केला असतां त्याचें वजन पंधरा पौंड भरतें, तर पारदस्तंभास तोलून धरणारा जो एक इंच लांब, एक इंच रुंद, व भूपृष्ठापासून वाय्वावरणाच्या परमोच्च प्रांतपर्यंत जितकें अंतर आहे, तितका उंच वायुस्तंभ त्याचेंही वजन पंधरा पौंड आहे. तेव्हां अर्थिक झालें, कीं भूपृष्ठावरील प्रत्येक चौरस इंच जागेवर वातावरणाचा भार पंधरा पौंड आहे, प्रत्येक चौरस फुटावर दोन हजारएकशें साठ पौंड आहे, व चौरस यार्डावर एकुणतीस हजार चारशें चाळीस पौंड आहे. वायूचा भार सिद्ध करण्याकरितां जी वर कृति सांगितली तीमध्यें व वायुगुरुत्वमापक यंत्राच्या कृतीमध्यें फरक अगदीं नाहीं. वायुगुरुत्वमापक यंत्राची नळी पाऱ्यानें भरून ती पाऱ्यानें भरलेल्या एका गोलास जोड-

लेली असते, आणि त्या गोलाच्या पृष्ठभागावर वायूचा भार पडून पारा नळींत चढतो. वायुगुरुत्वमापक यंत्राच्या नळींत पारा बहुतकरून साडेएकुणतीस इंचां-वर असतो, परंतु हवेच्या स्थितीमध्यें फेरफार झाला असतां तो खालवर होतो. हवा निरभ्र व संथ असली, ह्मणजे पारा तीस इंचांवर चढतो, आणि वावदळ सुटलें असतां व पाऊस पडत असतां, पारा बहुशः अठ्ठावीस इंचांवर व कधीं कधीं खालीं सुद्धां येतो, आणि ह्याकरितां ह्या यंत्रास हवेचें यंत्र असेंही ह्मणतात. नळींतील पारा खालवर होतो, ह्यामुळें वायूच्या वजनांत जो फेरफार होतो, तो समजतो.

नळींत पाऱ्याचे जागीं पाणी घालून ही वरील कृति करायाची असतां तिला छत्तीस फूट लांबीची नळी लागते, कारण वायूच्या भारामुळें तींत बत्तीस तेहतीस फुटांपर्यंत पाणी चढतें. पास्कल ह्मणून एक नामांकित पुरुष होता, त्यानें संन १६४७ चे सालीं, पाणी व द्राक्षासव हीं आप-आपल्या विशिष्ट गुरुत्वाच्या योगानें नळींत किती उंच चढतात, हें दाखविण्याकरितां नार्मंदी प्रांतांत रोमनशह-रामध्यें त्या दोन्ही द्रव्यांनीं अशी कृति करून दाखविली. त्यानें प्रथम कांचेच्या कारखान्यांत जाऊन चाळीस फूट लांब कांचेच्या नळ्या पैदा केल्या. नंतर कृति करून दाखविण्याविषयीं एक दिवस नेमून ज्या विद्वानांस व इतर लोकांस वायूच्या भाराविषयीं शंका होती, त्या सर्वांस त्या दिवशीं बोलाविलें आणि त्यांच्या देखत कृति केली; तेव्हां पास्कलाची अटकळ होती तीप्रमाणें नळींतील पाण्याची उंची साडेबत्तीस फूट भरली, आणि द्राक्षासवाची कांहीं-

शी जास्त ह्मणजे बत्तीस फूट दाहा इंच भरली. कारण कीं, पाण्यापेक्षां द्राक्षासव हलका आहे. त्या वेळेस असें मत चालू होतें, कीं बंबांत पाणी चढतें, व तार्सेलाची कृति केली असतां नळींत पारा चढतो, त्यास ह्या गोष्टी वायूच्या भारानें घडतात, असें नाहीं. तर शुन्यप्रदेश कोठें राहूं नये, असा सृष्टिनियम आहे, ह्यामुळें घडतात. हें मत वेडेपणाचें आहे, अशी आरिस्तातलाचें मत मानणाऱ्या लोकांची खातरी करावी, हा उद्देश पास्कल साहेबाचा ही कृति करण्यांत होता. ते लोक असें ह्मणत, कीं नळीचे वरचे अंगास पारा दिसत नाहीं, ह्मणून तो प्रदेशरिक्त आहे, असें नाहीं; तर पाऱ्याच्या बाष्पानें ती जागा व्यापिली असते. पास्कल ह्मणाला, बरें, असें ह्मणतां तर पाहा, मजपाशीं दोन नळ्या आहेत, त्यांतून एक मी पाण्यानें भरितों आणि दुसरी द्राक्षासवानें भरितों. आतां ही गोष्ट तर सर्व तुह्मी सहज कबूल कराल, कीं पाण्यापेक्षां द्राक्षासवांत बाष्प अधिक आहे. बरें तर नळीच्या अग्राशीं जी जागा रिकामी दिसते ती बाष्पानें व्यापिली जाते, असें ह्मणतां तर ज्या नळींत पाणी आहे, त्या नळींपेक्षां द्राक्षासव ज्या नळींत आहे, तींत बाष्प अधिक असावें, आणि ह्याकरितां पाणी जितकें उंच चढतें तितका उंच द्राक्षासव चढूं नये. ही गोष्ट त्या सर्वांनीं कबूल केली; परंतु कृति करून पहातां पास्कल ह्मणत होता तें प्रत्ययास आलें. द्राक्षासव पाण्यापेक्षां सुमारें आठ इंच अधिक वर राहिला. ह्या कृतीवरून त्या सर्व लोकांचा संशय गेला, आणि कोठें जागा शून्य राहूं नये, असा सृष्टिनियम आहे, असें जें वेडेपणाचें मत होतें, तें व ह्याला

असून जीं दुसरीं अयुक्तिक पुष्कळ मतें होतीं, तीं सर्व नाहींशीं झालीं.

वर सांगितलेली गोष्ट घडण्याच्या पूर्वीं कांहीं वर्षें फ्लारेन्स प्रांताच्या ड्यूकानें इंजनेर लोकांस हुकूम केला, कीं अमुक ठिकाणचें पाणी बंब लावून पन्नास साठ फूट चढवावें, त्यावरून त्यांनीं पाणी चढविण्याचा यत्न चालविला; परंतु पहातात तों बंबाच्या योगानें बत्तीस फुटांवर पाणी चढेना. तेव्हां त्यांनीं ग्यालिलियो ह्मणून त्या वेळेस कोणी एक नामांकित पदार्थविज्ञानी होता, त्याजवळ येऊन हा सर्व वृत्तांत सांगितला; आणि असें होण्याचें कारण काय ह्मणून पुसलें. तेव्हां ग्यालिलियोला हें ऐकून मोठें आश्चर्य वाटलें. त्याला त्या प्रश्नाचें उत्तर सुचेना. मग तो ह्मणाला, कीं शून्य जागा कोठें राहायाची नाहीं, हा सृष्टिनियम बत्तीस फुटांपर्यंतच आहे. तार्सेली ह्मणून ग्यालिलियोचा एक विद्यार्थी होता, त्याला पाणी निर्वात नळींत बत्तीस फुटांवर चढत नाहीं, असें पाहून त्रास आला. मग त्यानें पूर्वीं सांगितल्याप्रमाणें निर्वात नळींत पारा घालून पाहिलें, तों पारा नळींत एकुणतीस इंचांवर राहिला, आणि वरील जागा रिकामी राहिली. तेव्हां तो ह्मणाला, कीं पाणी असलें ह्मणजे तें बत्तीस फुटांपर्यंत चढतें, आणि पारा एकुणतीस इंचपर्यंत मात्र चढतो, हें कसें! वास्तव कोठें जागा शून्य राहूं नये, असा सृष्टिनियम आहे, ह्मणून जें ह्मणतात हें केवळ थोतांड होय. मग त्यानें दुसरे आणखी द्रव पदार्थ घेऊन कृति करून पाहिली, तेव्हां ते नळींत निरनिराळ्या उंचीवर राहिले. नंतर त्यानें सिद्धांत केला, कीं हे द्रव पदार्थ वातशून्य

नळींत चढतात, ह्याचें कारण वाय्वावरणाचें वजन होय, व त्याच्या योगानें ते पदार्थ तोलून धरले असतात. द्रव पदार्थ नळींत निरनिराळ्या उंचीवर राहातात, ह्याचें कारण त्यांचें निरनिराळें वजन होय. ह्याप्रमाणें जो टार्सेली ह्यानें सिद्धांत केला, तो बराबर आहे, आणि तो पुढें कधीं ढळायाचा नाहीं.

ज्या मनुष्याचें शरीर विशेष स्थूल किंवा विशेष कृश नाहीं, त्याला वायूच्या भारामुळें अंगावर किती ओझें अक्षय्य वागवावें लागतें, ह्याचा अजमास आपणांस वर जें लिहिलें आहे, त्यावरून सहज करितां येईल. मनुष्याची उंची सामान्यतः पांच फूट नऊ इंच असते. तोंडाकडील अंगाची रुंदी व पाठीकडील अंगाची रुंदी एक एक फूट सुमारें असते. व प्रत्येक बाजूची रुंदी अर्धा फूट सुमारें असते; परंतु डोकें व पाय बारीक ह्मणून पाठीकडच्या व पुढच्या अंगांचें पांच पांच फूट व बाजूंचें अडीच अडीच फूट ह्याप्रमाणें शरीराचें एकंदर क्षेत्र पंधरा फूट धरिलें, तर मागें सांगितलें आहे, कीं प्रत्येक चौरस फुटावर वातावरणाचा भार दोन हजार एकशें साठ पौंड पडतो. तेव्हां ही संख्या पंधरांनीं गुणिली असतां बत्तीस हजार चारशें गुणाकार येतो. इतक्या पौंडांचा भार ह्मणजे सुमारें वीस खंडी ह्मणजे चवदा गाड्यांचें तब्बल ओझें मनुष्याला निरंतर अंगावर वागवावें लागतें. इतकें ओझें मनुष्याच्यानें सहन करवलें नसतें, व तेणेंकरून त्याचा चुराडाही झाला असता; परंतु तसें न होण्याला कारण असें आहे कीं, हें ओझें प्रत्येक भागावर सारखें आहे. त्याचा भार वरून खालून आजूबाजूनें सारखा आहे, आणि शरीराचे आंत

जो वायु आहे, त्याच्या प्रसरणशक्तीचा व ह्या भाराचा जोर बरोबर आहे.

वायूचा भार कालपरत्वें न्यूनाधिक होतो. जेव्हां वायु अगदीं हलका असतो, तेव्हां त्याचा भार सुमारें एकतीस हजार एकशें पन्नास पौंड असतो, आणि अत्यंत जड असतो, तेव्हां तेहतीस हजार साहाशें साठांचा सुमार येतो. वाय्वावरणाच्या भारांत हें एवढें मोठें अंतर पडतें, त्यामुळें शरीरांत जे श्वसनक्रियादि व्यापार चालू आहेत, त्यांत अंतर पडतें आणि प्रकृतींत फेरफार होतो. वायु हलका झाला, ह्मणजे दमेकरी मनुष्याची प्रकृति हटकून बिघडते. कारण कीं, त्या वेळेस वायूची प्रसरणशक्ति न्यून झाल्यामुळें त्याला फुपूस पुर्तेपणीं विस्तीर्ण करितां येत नाहींत. पावसाळ्यांत वायु फार हलका होतो, ह्यामुळें त्या ऋतूंत सर्व मनुष्यांस स्तैमित्य येतें; चित्तवृत्तींत कांहीं औदासिन्य उत्पन्न होतें; शरीरांतील तंतू ढिले पडतात; स्नायूंची आकुंचनशक्ति कमी होते; आणि रक्ताभिसरणही मंदमंद होऊं लागतें; त्यामुळें ताप, माथासूळ वगैरे अनेक रोग उत्पन्न होतात, व बहुतेक मनुष्यांचें चापल्य सुस्ती येऊन कमी होतें. जेव्हां वायु जड होतो व मेघ उंच जाऊन पांढऱ्या लोंकरीच्या पुंजक्याप्रमाणें नीलवर्ण आकाशांत दिसतात, तेव्हां शरीरांतील तंतु व स्नायु ताणलेले रहातात, व रक्तवाहिन्यांचे अंगीं परिपूर्ण वाहकशक्ति असते, त्यामुळें रक्ताभिसरणही वेगानें होत असतें, आणि ह्या सर्व कारणांमुळें मनुष्यांचे अंगीं चापल्य हुशारी व चित्तप्रसन्नता हीं असतात.

आतां वर सांगितलेल्या गोष्टींवरून वाय्वावरणाचें वजन

किती आहे, ह्याचा अदमास करतां येईल. पृथ्वीचें पृष्ठफल वीस कोटी चौरसमैल आहे. एक चौरसमैल ह्मणजे दोन कोट अठ्याहत्तर लक्ष अठ्याहत्तर हजार चारशें इतके चौरसफूट होतात. तेव्हां ह्या दोन संख्यांचा गुणाकार केला असतां पांच अंत सत्तावन्न पद्म छप्पन्न खर्व ऐशीं अर्व गुणाकार येतो; तर इतके चौरसफूट भूपृष्ठफल झालें. आतां ह्यांस एके चौरसफुटावर वाय्वावरणाचें जितकें वजन आहे, त्यानें ह्मणजे दोन हजार एकशें साठांनीं गुणलें असतां, गुणाकार एकशें वीस परार्ध चार मध्य तीन अंत शेचाळीस पद्म अठ्यांशीं खर्व होतो; इतके पौंड सर्व वाय्वावरणाचें वजन झालें. इतक्या वजनाचा शिशाचा गोळा करूं ह्मटलें, तर त्याचा परिधि एकशें एकुणनव्वद मैल करावा लागेल. तर पहा, कीं जें वाय्वावरण आपल्या दृष्टीस देखील पडत नाहीं, त्याच्या वजनाविषयीं विचार करूं लागल्यास तें इतकें आहें, असें सिद्ध होतें, कीं त्याची संख्या सांगणें ह्मटलें ह्मणजे मुष्किल पडतें. तेव्हां ही गोष्ट केवढ्या आश्चर्याची आहे बरें !

आतां ह्या विषयांतील एवढी मात्र गोष्ट सांगावयाची राहिली आहे, कीं वायू जसजसा पृथ्वीपासून अंतरित होतो, तसतसें त्याचें वैरल्य वाढत जातें. भूपृष्ठापासून सात मैलांवर वायूचा घनपणा भूपृष्ठावरील वायूपेक्षां चार पटीनें कमी आहे. चवदा मैलांवर सोळा पटीनें कमी आहे. अठ्ठावीस मैलांवर दोनशें छप्पन्न पटीनें कमी आहे, व ९६ मैलांवर २६८४३५४५६ पटीनें कमी आहे. वायूच्या अंगीं स्थितिस्थापकतारूप गुण आहे व वाय्वावरणाच्या उच्चप्रदेशांमध्यें भार फारच कमी आहे, ह्यामुळें असें घडलें आहे.

आतां ह्या गोष्टीची सिद्धता वायुगुरुत्वमापक यंत्रावरून स्पष्ट समजून येते. वायुगुरुत्वमापक यंत्र घेऊन जर आपण अर्धमैल उंचीच्या पर्वतावर गेलों, तर त्यांतील पारा सत्तावीस अंशपर्यंत उतरतो, व तो तरी आह्मी जसजसे वर चढतों, त्या त्या मानानें उतरतो, उंच उंच ह्मणून जे प्रसिद्ध पर्वत आहेत त्यांच्या शिखरावर जाऊन आलेल्या लोकांच्या अनुभवास आलें आहे, कीं खालच्या मैदानांपेक्षां पर्वतांच्या माथ्यावर हवा पातळ असते. जे लोक उंच पर्वतांच्या शिखरांवर जातात, त्यांच्या श्वसनक्रियेंत तेथें अंतर पडून त्यांस दम लागतो. तेथें त्यांचे हातपाय सुजतात आणि कधीं कधीं त्यांस रक्ताच्या गुळण्याही येतात. त्यांस असेंही अढळतें, कीं वरवर वायु स्वच्छ होत जातो, व अत्यंत उच्चप्रदेशांमध्यें वायूच्यानें मेघ धरवत नाहींत. **दानयुलो** पेरू देशांत अंदीज पर्वताच्या माथ्यावर गेला होता, तेव्हां डोंगराच्या माथ्याखालीं जीं अभ्रें आलीं होतीं, तीं वावदळ होऊन जसा समुद्र फेसाळतो, तशीं त्यास दिसत होतीं. ज्या जागेवर तो उभा राहिला होता, तेथून कांहीं अंतरावर विजांचा कडकडाट चालला होता; ह्याप्रमाणें खालच्या मैदानांत असणाऱ्या लोकांवर पाण्याचा वर्षाव होत असतां, तो जेथें होता तेथें निरभ्र होतें.

विमानांत बसून वर चढलेल्या लोकांनींही ह्याच प्रकारच्या गोष्टी पाहल्या आहेत. संन १७८५ चे सालीं **बालद्विन** साहेब **चेस्टर**प्रांतांत विमानांत बसून उंच गेला होता. त्यानें असें सांगितलें आहे, कीं पृथ्वीपासून कांहीं एक उंचीवरून खालीं पाहिलें, तों वाफेचे मेघ आड आ-

त्यामुळें पृथ्वी अगदीं दृष्टीस पडेनाशी झाली. हे वाफेचे मेघ जसा एकादा कापसाचा समुद्र असून, त्यांत वायूच्या चलनामुळें झुबके झुबके दिसावे, तसे दिसत होते. मग अंमळ वर गेल्यावर ते सर्व मेघ पांढऱ्यासफेत फरसबंदीप्रमाणें दिसूं लागले. ह्या गोष्टीचें कारण उघड आहे, तें असें कीं उष्णतेच्या योगानें फार पातळ झालेलें पाणी ह्मणजे वाफ हीच मेघ होय, आणि भूपृष्ठाजवळच्या वायूपेक्षां वाफ हलकी आहे, ह्मणून ती वाय्वावरणांत वर चढते; परंतु कांहीं मैल वर गेल्यावर पुढें वायु तिजपेक्षां हलका आहे, ह्यामुळें ती तेथेंच राहाते. ह्या गोष्टीवरून हें निर्विवाद सिद्ध होतें, कीं भूपृष्ठापासून वर वर वायु अधिक अधिक विरल होऊन हलका होत गेला आहे.

वाय्वावरणाचा भार कांहीं सोप्या कृतींनीं दाखवितां येतो. वाताकर्षक ह्मणून एक यंत्र आहे, तें वायूचा भार दाखविण्यास अतिप्रशस्त उपाय आहे. हें यंत्र कांहींसें साध्या बंबासारखें असतें. ह्या यंत्रांत एक नळी असते, तींत एक दट्टया बसविला असतो. तो फिरविला असतां एकदां खालीं जातो आणि एकदां वर येतो. दट्टयाला एक वाल्व ह्मणजे पडदा केला असतो. तो पडदा खालून दाब बसला असतां उघडतो आणि वरून बसला असतां झांकतो. दट्टया जोरानें दाबला ह्मणजे त्याचा पडदा नळींतील वायूच्या जोरानें उघडून तो बाहेर पडतो. मग बाहेरील वायूच्या दाबानें तो पडदा पुनः मिटतो. नळीच्या जवळ धातूचा सपाट पत्रा बसविला असतो, त्याच्या मध्यभागीं एक भोंक पाडून, त्याचा व नळीचा संबंध ठेवण्याकरितां मध्यें एक नळी लावली असते. आतां पत्र्यावर हंडी पालथी

घालून दट्टया फिरविला असतां, हंडींतील बहुतेक वायू निघून जाऊन निर्वात जागा होते, मग वातशून्य जागेमुळें जे चमत्कार होतात ते दाखवितां येतात. जर हंडीच्या वरचे अंगास तोंड राखिलें, आणि त्यावर हात गच्च ठेवून हंडींतील वायु काढून टाकिला, तर हातावर वायूचें इतकें वजन पडतें, कीं त्यामुळें आपणांस तेथून हात उचलतां येत नाहीं; हाताला बरीच रग लागते. जर हंडीच्या वरच्या तोंडावर पातळसें भिंग बसवून हंडींतील वायु काढून टाकिला, तर बाहेरच्या वायूच्या दाबानें, त्या भिंगाचे तुकडे तुकडे होऊन जातात.

१ एक कांचेचा पेला घेऊन तो पाण्यानें कांठोकांठ भरावा, मग त्याजवर एक गुळगुळीत कागद पालथा घालून दाबून बसवावा, नंतर पात्र उपडें करावें, ह्मणजे कागदाच्या बाहेरल्या अंगानें जो वायूचा दाब असतो, त्यामुळें पात्रांतील पाणी न सांडतां कागदाच्या आधारानें तें जसेंचे तसेंच रहातें. सामान्यतः ह्मटलें असतां पाण्याच्या भारामुळें कागदाला बाहेरच्या अंगानें पोंक यावें, तें न येतां आंतल्या अंगानें पोंक येतें; ह्यावरून बाहेरल्या अंगानें कागदावर वायूचा दाब पडतो, हें विचार केला असतां सहज लक्षांत येण्यासारखें आहे. एथें दुसराही एक चमत्कार दृष्टीस पडतो, तो असा कीं जरी एकादी मेणबती पेटवून तिची ज्योति कागदास लागेल, अशा रीतीनें ती हवा तितका वेळ पेल्याखालीं धरिली, तरी दिव्यापासून कागदास कांहीं एक उपद्रव होत नाहीं.

२ लोटी घेऊन तींत कागदाचा तुकडा पेटवून टाकावा, नंतर कांहीं वेळानें आपला तळहात पात्राच्या तोंडा-

वर ठेऊन दाबावा, ह्मणजे तुंबडी बसून हातास बरीच रग लागते, आणि हात काढूं लागल्यास बराच जोर करावा लागतो. ह्या कृतींत असें घडतें, कीं कागद जळत असतां पात्रांतील वायु इतका पातळ होतो, कीं तो बहुतेक पात्राच्या बाहेर जातो, नंतर पात्रावर हात ठेवला असतां बाहेरल्या वायूचा भार हातावर पडतो.

३ बारीक छिद्राची दोनतीन फूट लांब कांचेची नळी घेऊन तिचें एक टोंक पाण्यांत बुडवावें, आणि दुसऱ्या टोंकाशीं तोंड लावून तींतील वायु ओढून घ्यावा, ह्मणजे पाण्याच्या पृष्ठभागावरील वायूच्या दाबामुळें पाणी नळींत चढतें. तें वर चढल्यावर आपण नळीवरचें तोंड काढून वायु आंत न शिरूं देतां नळीचें छिद्र अंगठ्यानें बळकट दाबावें, आणि नळी पाण्यांतून काढावी, ह्मणजे नळीचें खालचें तोंड उघडें असतांही तोंडाशीं जो वायु असतो, त्याच्या दाबामुळें नळींतील पाणी जसेंचे तसेंच नळींत रहातें, आणि नळीच्या वरच्या छिद्रावर ठेवलेला अंगठा काढला असतां वरच्या तोंडावर वायूचा दाब पडल्यामुळें तेंच पाणी खालच्या छिद्रावाटें वाहूं लागतें.

४ सुमारें अर्ध किंवा पाऊण फूट लांबीचें व नऊ इंच घेराचें व पाव इंच रुंद तोंडाचें असें जस्ती पत्र्याचें पात्र करवून त्याच्या तळाशीं सुईच्या भोंकाएवढीं छिद्रें पाडावीं, नंतर तें पात्र पाण्यांत बुचकळावें, आणि भरलें ह्मणजे आंत वायु अगदीं न शिरे अशा रीतीनें गुडदी बसवून पाण्यांतून बाहेर काढून घ्यावें, ह्मणजे तळाला छिद्रें असतांही वायूच्या दाबामुळें पाणी खालीं सांडूं शकत नाहीं. परंतु पात्राच्या तोंडाची गुडदी काढून घेतली तर वरच्या

अंगानें वायूचा भार पडून बारीक छिद्रावाटें सर्व पाणी तत्काळ गळून जातें. बाजूंनींही वायूचा दाब आहे, हें पाहणें असल्यास दोहों बाजूंनीं जिला दोन भोंकें आहेत, अशी एक पांच साहा इंच लांब नळी घ्यावी, आणि ती पाण्यांत बुडवून तिच्या तोंडाला गुडदी बळकट बसवावी. मग ती बाहेर काढल्यावर बाजूंच्या भोंकांतून पाणी गळत नाहीं; पण तोंड मोकळें केलें ह्मणजे पाणी लागलेंच गळूं लागतें.

९ कांचेचा पेला घेऊन त्यांत कागद पेटवून टाकावा, आणि तो जळत आहे तोंच पाण्यानें भरलेल्या परातींत तो उपडा घालवा, ह्मणजे परातींतील पाणी पेल्यांत चढतें, कारण कीं कागद जळत असतां पेल्यांतील वायु पातळ होऊन बहुतेक बाहेर पडतो, आणि परातींतील पाण्यावर वाय्वावरणाचा दाब असतो.

ह्या सर्व कृतींवरून असें समजतें, कीं खालून, वरून व बाजूंनीं असा चोहींकडून पदार्थांवर वाय्वावरणाचा दाब आहे.

प्रकरण ४.

वाय्वावरणाच्या दाबानें ज्यांच्या अंतर्गत व्यापारांचें यथास्थित ज्ञान होतें, अशा कांहीं गोष्टींचा आतां आपण विचार करूं. लोकांत ज्या क्रियेस चोषण ह्मणून ह्मणतात तिचें वस्तुतः स्वरूप काय आहे, हें वाय्वावरणाच्या दाबानें स्पष्ट समजून येतें. लोक ह्मणतात, कीं पाणी पितेवेळेस आपण पात्रांतील पाणी तोंडानें ओढून घेतों; परंतु

ह्या गोष्टीचें तथ्य असें आहे, कीं आपण पात्रांतील पाणी ओढून घेतों असें नाहीं, तर वायु मात्र फुपुसांत ओढून घेतों; मग तेणेंकरून वाय्वावरणाच्या दाबामुळें बाकीचा व्यापार आपोआप घडतो, ह्मणजे असें होतें, कीं प्रथमतः आपण आपले ओंठ पाण्यांत इतके बुडवितों, कीं बाहेरील वायु तोंडांत किमपि न येईल. मग तोंडांतील वायु फुपुसांत ओढून घेऊन तोंड निर्वात करतों, नंतर पात्रांतील पाणी पृष्ठभागावरील वायूच्या दाबामुळें तोंडांत आपोआप जातें. आपण पाण्यास ओंठ न लावतां वायूचें चोषण (आंत ओढणें) शेंकडों वर्षें करीत बसलों, तरी आपल्या तोंडांत पाण्याचा एक थेंब सुद्धां जाणार नाहीं. ह्यावरून स्पष्ट दिसून येतें, कीं तोंड खालीं केलें असतां, पाण्याचा घोट घेण्याचा प्रकार वर सांगितल्याप्रमाणेंच आहे. मूल स्तनपान करूं लागलें असतां कसा व्यापार घडतो, हें ह्याच नियमावरून स्पष्ट दिसून येतें.

तुंबडी लावली असतां जीं कार्यें घडतात, तीं सर्व वाय्वावरणाच्या दाबामुळेंच घडतात. तुंबडी लावणें झालें, ह्मणजे कांचेचा पेला घेऊन प्रथमतः कांहीं वेळपर्यंत दिव्यावर धरतात, ह्मणजे तेणेंकरून त्यांतील वायु पातळ होऊन बहुतेक बाहेर पडतो. मग ज्या जागेवर तुंबडी लावावयाची असेल, तेथें तो पेला झटकन उपडा घालतात, ह्मणजे पेल्याच्या बाहेरल्या अंगावर जो वायूचा दाब असतो, त्यामुळें तो पेला मांसाला चिकटून बसतो, आणि सभोंवतीं वाय्वावरणाचा दाब असतो ह्यामुळें फासण्या टाकलेल्या शिरांतून पेल्यांत रक्त शिरतें.

२ एकमेकांशीं बराबर जमणारे असे दोन अत्यंत

गुळगुळीत पदार्थ एकमेकांस बळकट चिकटून बसतात, ह्याचें कारणही हवेचा दाबच होय. कांचेचा कारखाना चालविणाऱ्यांस व संगमरवरी धोंड्यांस मोहरा आणणाऱ्यांस ही गोष्ट परिचित आहे.

एकादें मोठें लेन्स* जर फार गुळगुळीत असलें, तर तें घासण्याच्या शस्त्रावरून वांकडे तिकडें नकरितां एका माणसाच्यानें निघत नाहीं. जर लेन्सें एक चौरस इंच असलीं, तर तीं एकमेकांवरून धोड्याशा नेटानें घसरवितां येतात, पण वरचेवर नीट उचलूं ह्मटलें, तर पंधरा पौंडांच्या भाराइतकी त्यांस ओढ द्यावी लागते, आणि तींच लेन्सें साहा चौरस इंच असलीं, तर त्यांस एकमेकांपासून सोडविण्यास पांचशें चाळीस पौंडांइतकी ओढ दिली पाहिजे. ह्याप्रमाणें लेन्सें गुळगुळीत केलीं असतां त्यांच्या परमाणूंत परस्पराकर्षणशक्ति उत्पन्न होते. परंतु ही आकर्षणशक्ति उत्पन्न करण्याकरितां लेन्सांचे पृष्ठभाग पाण्यानें अगर तेलानें ओले करावे लागतात, नाहीं तर त्यांच्या मध्यें वायु शिरून, तीं एकमेकांपासून सहज सुटतात. आतां हें जें स्नेहाकर्षण उत्पन्न होतें, तें वातावरणाच्या दाबामुळें होतें, ही गोष्ट उघडच आहे. कारण, कीं चिकटून राहिलेलीं लेन्सें जशीचींतशींच नेऊन वाताकर्षक यंत्रावरील हंडींत ठेविलीं आणि हंडींतील वायु काढून टाकिला; तर तीं एकमेकांपासून आपोआप सुट-

* लेन्स ह्मणून एक पारदर्शक पदार्थ आहे. तो बहुधा भिंगाचा असतो, आणि तो असा केलेला असतो, कीं त्यांतून किरण गेले असतां त्यांचें वक्रीभवन होतें, व तो अमुक अंतरावर धरला असतां त्यांतून पदार्थ लहान किंवा मोठे झालेले दिसतात.

तात. गारा, चुना, लुकण वगैरे पदार्थांनीं दोन पदार्थ चिकटून बसतात, त्याचें देखील कारण बहुतेक हेंच होय. लांकडाचे तुकडे एकत्र जडावयाचे असले, ह्मणजे प्रथमतः ते घासून घासून साफ करितात. नंतर त्यांस कांहीं चिकट पदार्थ लावतात, ह्मणजे तेणेंकरून त्यांतील सर्व छिद्रें भरून उंच सखल जागा असेल ती सारखी होते. मग ते तुकडे एकमेकांवर दाबून बसविले असतां त्यांच्या मध्यें वायु शिरत नाहीं, व बाहेरल्या अंगावर वातावरणाचा दाब प्रत्येक चौरस इंचावर पंधरा पौंड ह्याप्रमाणें पडतो, तेणेंकरून ते एकमेकांपासून सुटत नाहींत. आपल्या घरांच्या भिंतींची बळकटी सर्वथैव नाहीं, पण निदान तीन हिस्से तरी वातावरणाच्या दाबावर आहे. कारण, कीं विटांच्या थरांमधील चिरा जशा जशा चांगल्या रीतीनें भराव्या आणि आंत वायूचा अगदीं प्रवेश कमी होईल असें करावें, तशी तशी इमारत मजबूत होते.

३ गोगलगाई, खुबा, वगैरे प्राणी खडकास चिकटून रहातात; त्यांचें चिकटणेंही वातावरणाच्या दाबामुळेंच घडतें. हे प्राणी आपल्या शिंपीचा कांठ खडकाबरोबर लागेसा करितात, नंतर शिंपींत पाणी भरून अथवा तिचे आंतील सर्व जागा आपल्या शरीरानें व्यापून ती शिंप खडकास लावितात. आतां ह्यांत ही गोष्ट उघडच आहे, कीं अशा रीतीनें खडकाला चिकटवलेली शिंप उपटून काढावयाची असतां प्रत्येक चौरस इंचास पंधरा पौंडांच्या वजनाइतकी ओढ दिली पाहिजे. ह्या गोष्टीची प्रचीति पहावयाची असल्यास एक सोपी कृति आहे, ती अशी, कीं एक कांचेचा पेला कांठोकांठ पाण्यानें भरून

त्याजवर पराकाष्ठेचें पातळ कातडें ओलें करून घालावें, नंतर तो फळीवर पालथा घालावा ह्मणजे त्याला नीट वरचेवर उचलूं लागल्यास बराच जोर करावा लागतो. धोंड्याला चिकटलेली गोगलगाय वातशून्य पात्राखालीं ठेविली असतां, ती आपले वजनानें शिंपासुद्धां खालीं पडते.

कालवे व मोत्यांचे किडे आपल्या शिंपा पेटीसारख्या बळकट झाकून टाकितात, ह्यालाही कारण वातावरणाचा दाबच होय. जर शिंपेच्या पाठीस कोठें तरी एकादें बारीक भोंक पाडून वायूचा आंत प्रवेश होऊं दिला, अथवा वाताकर्षक यंत्रांच्या हंडींत शिंपा नेऊन ठेविल्या, तर शिंपा आपोआप एकमेकांपासून सुटतात. माशा वगैरे भुईकडे पाठ करून पाटगीवरून अगर छतावरून चालतात, त्याचें मूळ पाहूं गेलें असतांही हेंच होय. त्यांचे अंगीं अशी कांहीं शक्ति आहे, कीं जिच्या योगानें त्या आपले पाय व जेथून चालावयाचें ती जागा ह्यांच्या मध्यें असणारा वायु नाहींसा करितात. ह्मणजे पायांच्या बाहेरल्या अंगावर वातावरणाचा भार असतो, त्यामुळें त्यांना उलटें चालतां येतें.

४ थंड देशांमध्यें झरे व विहिरी ह्यांत थंडीच्या दिवसांत पाण्याचा तोटा येतो, ह्याचें कारण बहुतेक वातावरणाचा दाबच आहे. थंडीनें जमिनींतील पाणी गोठतें, ह्यामुळें तोटा पडतो; अशी सामान्यतः लोकांची समजूत आहे; पण वस्तुगत्या ह्याचें हें कारण नव्हे. **सिबीरिया** देशांत देखील जमिनींतील पाणी हिवाळ्याच्या कडाक्यानें दोन फुटांपेक्षां अधिक गोठावयाचें नाहीं. तर ह्याचें कारण असें आहे, कीं थंडीनें पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळचें

सर्व पाणी गोठून जाऊन वायूचा आंत प्रवेश बंद होतो. पाण्यानें भरलेल्या नळीच्या वरच्या तोंडावर आंगठा ठेविला, तर खालचें तोंड रिकामें असतांही वायूच्या दाबानें पाणी त्यांतून बाहेर पडत नाहीं, आणि आंगठा काढिला असतां तें आपोआप वाहूं लागतें, ह्मणून मागें सांगितलें. तसेंच एथेंही जमिनींतून पाणी झिरपत असतें; त्यास त्याच्या वाहिनीचें तोंड बंद झाल्यामुळें झऱ्याचे वाटें पाणी वाहिनासें होतें; आणि वरचें बर्फ वितळून गेलें, ह्मणजे तेंच पुनः वाहूं लागतें.

९ ही गोष्ट प्रसिद्ध आहे, कीं पिंप पाण्यानें अथवा दारूनें अगदीं भरलें असतां, आंतील पदार्थ तोटींतून बाहेर पडत नाहीं. पिंपाच्या वरल्या अंगास भोंक असतें तें मोकळें केलें, ह्मणजे आंतील पातळ पदार्थ बाहेर पडूं लागतो. आतां ह्याचें कारण हेंच आहे, कीं पिंपाच्या वरल्या अंगचें भोंक मोकळें नसलें, ह्मणजे तोटींतील भोंकावर वायूचा दाब बसतो; तेणेंकरून तोटीवाटें पाणी बाहेर येऊं शकत नाहीं, आणि वरचें तोंड उघडलें ह्मणजे त्या वाटें पाण्यावर वायूचा भार पडून तें तोटीवाटें बाहेर पडूं लागतें. कदाचित् तोटीचेंच भोंक मोठें असलें, तर वरल्या अंगचें भोंक मोकळें करण्याची गरज पडत नाहीं. कारण, कीं त्या भोंकांतून वरल्या बाजूनें वायु आंत जात असतो, त्यामुळें त्याचा भार पडून खालच्या बाजूनें पाण्यास वाहावयास अवकाश सांपडतो. ह्याप्रमाणें चहाच्या भांड्यास वरचे बाजूस भोंक राखणें आवश्यक पडतें, नाहींपेक्षां भांडें परिपूर्ण भरलें असतां आंतील चाहा ओतणें कठीण पडतें. दारूचा मासला दाखवावयाचा असतां दारू आंतून काढ-

ण्याकरितां एक प्रकारची नळी केली असते. तिचीही हीच खुबी आहे. ही नळी जस्ताच्या पत्र्याची केली असते, तिची आकृति खालीं काढली आहे. तीवर अ असें जेथें अक्षर घातलें आहे, तेथें तिचे वरचें मूख व ब अक्षर घातलें आहे तेथें तिचें खालचें मूख असतें; पण खालचें मूख चिंचोळें असतें तें दारूंत बुडवितात, ह्मणजे ब द्वारानें दारू नळींत शिरते, मग अ तोंड अंगठ्यानें दाबून नळीबाहेर काढितात; ह्मणजे अ तोंडावर अंगठा असतो तोंपर्यंत ती दारू बाहेर पडत नाहीं; नळीच्या तोंडावरला अंगठा काढून परिक्षा पाहण्याकरितां पेल्यांत ती दारू सोडतात. कांहीं प्रवासी लोकांनीं अशी गोष्ट सांगितली आहे, कीं आह्मी प्रवास करीत असतां आह्माबरोबर एशियाखंडांतील व आफ्रिकाखंडांतील कांहीं रानवटी लोक होते, त्यांची पाणी प्यावयाची रीति ह्या तऱ्हेची होती. ते प्रवासास निघाले, ह्मणजे आपणांबरोबर लांब नळी घेतात, आणि आपणास अथवा आपल्या सोबत्यास पाणी प्यावयाचें असलें, तर ते ती नळी पाण्यांत बुडवून तिच्या एका शेवटाशीं तोंड लावून आंतील वायु ओढून घेतात; ह्मणजे पाणी नळींत शिरतें. मग नळीच्या अग्रावर अंगठा दाबून धरून ती पाण्यांतून बाहेर काढितात, आणि ती आपल्या तृषार्त मित्रास नेऊन देतात. आतां हा चमत्कार कोणत्या नियमाच्या आधारानें घडतो, हें त्यांस कळत नाहीं. पाण्याला तोंड लावावयाची अडचण नपडतां ही पाणी पिण्याची रीति हितावह आहे. सैफनापासून जें काम घडतें, तें ह्या नियमाच्या आधारानेंच घडतें. सैफन ह्मणजे



एक वांकविलेली नळी जिची एक बाजू दुसऱ्या बाजूपेक्षां किंचित् अधिक असते. ही नळी पाण्यानें भरून तिची अखूड बाजू पाण्यानें भरलेल्या पात्रांत बुडविली, आणि लांब बाजू पात्राच्या बाहेर ठेविली, आणि त्या लांब बाजूच्या तोंडावर ठेविलेलें बोट काढलें, तर त्या वाटें पात्रांतील सर्व पाणी वाहून जाईल. ह्या नळीच्या योगानें एके हवदांतील पाणी, मध्यें उंच सखल जमीन असतांही दुसऱ्या हवदांत नेतां येतें, परंतु ह्या कृत्यास मधली जमीन पाण्याच्या पृष्ठभागापासून बत्तीस फुटांहून अधिक उंच नसावी, व ज्या तोंडावाटें पाणी वाहावयाचें, तें तोंड पाण्याच्या पृष्ठभागापेक्षां खालीं असावें. कारण, कीं भूपृष्ठापासून वातावरणाच्या चरमप्रदेशापर्यंत असणाऱ्या वायुस्तंभाचा भार बत्तीस फूट उंचीच्या जलस्तंभाच्या भाराइतका आहे. ह्मणून पाण्याच्या पृष्ठभागावरील वातावरणाच्या दाबापासून उत्पन्न होणारी ही गोष्ट बत्तीस फुटांपर्यंतच घडते.

आतां ह्या सर्व गोष्टींवरून हें सहज दाखवितां येईल, कीं पाणी चढविण्याचे बंब, आगेचीं यंत्रें, व वाफेचीं यंत्रें इत्यादिकांच्या अंगीं शक्ति वायूच्या दाबापासून आली आहे. आपणांस वायूच्या दाबाचें साहाय्य नसतें, तर आपलीं मोठमोठालीं जोराचीं यंत्रें कुंठित झालीं असतीं. असो, आतां प्रकरणसंगतीनें कांहीं गोष्टी सुचल्या आहेत त्या सांगून हें प्रकरण संपवूं.

वातावरणाचा दाब व त्याची सृष्टीमध्यें करणी ह्यांचा ज्या दिवशीं शोध लागला तोच विद्योत्कर्षाच्या कालाचा आद्य दिवस होय, असें ह्मटलें असतां चालेल. तार्सेलीयन कृतिकरणें व वातावरणाच्या दाबाविषयीं बोलणें,

ह्या गोष्टी सांप्रतकालीं अपूर्व वाटत नाहींत, पण दोनशें पावणेदोनशें वर्षांपूर्वी सर्व युरोपखंडांतील मोठमोठे विद्वान लोक वातावरणाचा भार ऐकतांच चकित होईत. वायूच्या अंगीं वजन आहे, आणि त्याचा दाब सर्व पदार्थांवर आहे, ही गोष्ट प्रथमतः लोकांस इतकी चमत्कारिक व असत्य वाटत होती, कीं तिचा स्वीकार त्यांनीं बहुतेक वर्षेपर्यंत केला नाहीं. ही गोष्ट सिद्ध करण्याविषयीं खातरी होण्याजोग्या हजारों जेव्हां कृति झाल्या, आणि त्यांच्या योगानें हजारों वर्षेपर्यंत जीं मतें चालत आलीं होतीं तीं जेव्हां खोटीं ठरलीं, तेव्हां लोकांनीं वायूच्या अंगीं वजन आहे, व त्याचा दाब सर्व पदार्थांवर आहे, ही गोष्ट स्वीकारली. वायूच्या ह्या शक्तीमुळें सृष्टीमध्यें जे चमत्कार चालले आहेत, व तिच्या योगानें जीं यंत्रें झालीं आहेत, त्यांविषयीं विचार करूं लागलें असतां, जें साल्हाद आश्चर्य होतें, तें कल्पित कादंबऱ्यांच्या वाचण्यानें जें साल्हाद आश्चर्य होतें त्यापेक्षां विजातीय आहे. वायूचा शक्तीविषयीं काय काय तरी वर्णन करावें. सर्व प्राण्याचीं शरीरें अंतर्गत वायूच्या प्रसरणशक्तीच्या योगानें फुटून विदीर्ण व्हावीं, परंतु तीं बाह्य वायूच्या दाबामुळें होत नाहींत. वायूच्याच दाबामुळें खोल खोल जाग्यांतून उंच उंच इमारतींवर पाणी चढवितां येतें, मोठमोठालीं जहाजें समुद्रांतून चालवितां येतात, व हवेची स्थिति समजते. कापूस कांतण्याचीं यंत्रें वायूच्याच शक्तीनें चाललीं आहेत, मोठमोठाल्या हवेल्या आग लागून भडकल्या असतां त्यांवर बंबानें पाण्याचा धोत लावतात. तर पाणी इतकें उंच चढण्याचें कारण व माशीच्या अंगीं छतावरून उलटें चालण्याची जी

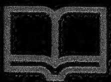
शक्ति आहे तिचें कारण, हीं भिन्न असावीं, ह्मणून जसा भास होता, असा कोणत्या तरी कारणांविषयीं होईल काय? तथापि ह्या दोन्ही कृत्यांचें कारण वातावरणाचा दावच आहे.

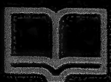
ह्या सर्व गोष्टी तर आश्चर्यकारक खऱ्याच; परंतु ही गोष्ट फारच आश्चर्यकारक आहे, कीं आपल्या शरीरावर तीस हजार पौंडांपेक्षांही अधिकच वातावरणाचें वजन असून त्यामुळें आपला चुराडा होत नाहीं. तर अशा ह्या घोर अनर्थाचें जेणेंकरून निवारण होत आहे, तें काय आहे? आपल्या शरीरांतील वायु ज्याचें वजन पाहिलें असतां एक औंसाहूनही अधिक नाहीं, पण तो आपल्या प्रसरणशक्तीमुळें बाह्य वायूच्या ह्या एवढ्या ओझ्याशीं समतोलपणा राखतो, त्यामुळें त्याचें आपल्यास पर्वताएवढें ओझें व्हावें तें नहोतां उलटें आपल्या पायांस त्यापासून पंखांप्रमाणें साहाय्य होतें. आपल्या मनांत कदाचित् अशी कल्पना येईल, कीं रिकामा शिसा आडवा पडला असतां त्यावर वायूचा दाव पडल्यामुळें तो फुटून जावा; पण असें नहोण्यास कारण हें आहे, कीं जशी बाह्य वायूच्या अंगीं भार घालून शिशाचा चुराडा करण्याची शक्ति आहे, तशीच शिशाच्या आंत असणारा जो वायु त्याचे अंगीं प्रसरणशक्तीच्या योगानें तो परिणाम बंद करण्याची शक्ति आहे. जर आपण त्या शिशाच्या तोंडाशीं वाताकर्षक यंत्र लावून ज्या अंतर्गत वायूच्या योगानें शिशाचा बचाव होतो तो काढून टाकिला, तर तत्काल बाह्य वायूस आपली शक्ति यथेच्छ चालवावयास प्रसंग सांपडेल, आणि तेणेंकरून त्या शिशाचे तुकडे तुकडे उडतील,

पकारिक बुद्धि ह्यांची ह्या गोष्टींवरून स्पष्ट सिद्धता होते.

वातावरणाच्या भारानें आपल्या घरांचा चुराडा होत नाहीं, त्यासही जगदीशानें केलेली जी ही व्यवस्था तीच कारण होय. नऊ फूट उंच व बारा फूट अवरस चवरस अशी खोली ह्मटली तर तिच्यावर व तिच्या चोहों बाजूंवर मिळून बारा लक्ष चवेताळीस हजार एकशें साठ पौंडांइतकें वायूचें ओझें होतें; परंतु हें एवढें मोठें ओझें असतांहीं त्यापासून त्या खोलींत मावणारा जो सत्याण्णव पौंड भार वायु त्याच्या प्रसरणशक्तीमुळें तीस कांहीं उपद्रव लागत नाहीं. तेव्हां ह्यांत अद्भुत चमत्कार हा आहे, कीं बारा लक्ष चवेताळीस हजार एकशें साठ पौंडांशीं सत्याण्णव पौंड समता करितात. समता करण्याची ही आश्चर्यकारक शक्ति जरका वायूचे अंगीं नसती, तर मनुष्यास घरें कधींच बांधतां आलीं नसतीं, आणि कोणीही जीवंत राहिलें नसतें.

ह्यावरून असें दिसून येतें, कीं वायूमध्यें आपण बुडून गेलों आहों, आणि जो वायु एकपक्षीं पाहिलें असतां आपल्या भारानें आपणास चिरडून टाकील असें भय वाटतें, व दुसरे पक्षीं पाहिलें असतां तो आपल्या प्रसरणशक्तीनें आपल्या शरीराचें विदारण करील असें वाटतें, परंतु ह्या दोन भयंकर शक्तींत समतोलपणा आहे, हीच गोष्ट आप-





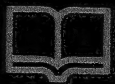
ह्या संरक्षणास कारण आहे, व ती आपणास दाखविते, कीं आपली स्थिति इतकी भयंकर असतां हीं ज्याचे हातीं उत्पत्ति स्थिति व लय तिन्ही गोष्टी आहेत, असा जो जगदीश्वर तो आपलें संरक्षण कसें करीत आहे. पहा, हेंच त्याच्या औपकारिक बुद्धीचें व चातुर्याचे केवढें ढळढळीत उदाहरण आहे, कीं ह्या दोनही शक्ति परम अनिवार्य असतांही परस्पर विरोधामुळें त्या एकमेकांस आवरून धरितात, आणि जगाचा नाश व्हावा तो नहोतां उलटें सर्व व्यापार यथास्थितपणें घडतात. आतां पहा, कीं ह्या जगाचा संव्हार करावा, असें परमेश्वराच्या मनांत आलें असतां, ही गोष्ट त्याला किती अनायासें करितां येईल बरें! ह्या दोन शक्तींपैकीं एक शक्ति निष्प्रतिबंध केली ह्मणजे पुरे. सर्व कार्य आपोआप घडेल.

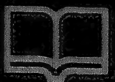
प्रकरण ५.

वायुच्या स्थितिस्थापकतेविषयीं.

भूगोलास वेष्टून राहाणारा असा जो वायुरूप समुद्र ह्यांत आपण, जसे समुद्राच्या तळीं मासे संचार करितात, तसे संचार करीत आहों. वायुरूप द्रव्य आपल्या जीवनार्थ अत्यंत आवश्यक आहे. हें पोटांत ओढून घेण्याचें सामर्थ्य आपल्या अंगीं असावें, ह्मणून परमेश्वरानें आपणांस जन्म देण्याच्या पूर्वीं फुपुस ड्रायफ्रम (मधला पडदा) कूर्चा, (मृद्वस्थि) बरगड्या, स्नायु, इत्यादिक साधनें दिलीं आहेत. फुपुसांत वायूचा प्रथमतः प्रवेश झाला ह्मणजे त्यासरसें बालक ओरडूं लागतें, आणि तेणेंकरून चैतन्याचा बोध

दुसरे कोठेंही जरी आपण गेलों, तरी आपणाभोंवतीं हा वायु आहेच. ह्यावर आपलीं बहुतेक सुखें आहेत. वायूचे अंगीं पारदर्शकत्व आहे, त्यामुळें हा दृष्टीस अगोचर झाला आहे. व हा फार पातळ आहे, ह्यामुळें धरावयास सांपडत नाहीं. वायु घ्राणेंद्रिय व रसनेंद्रिय ह्यांसही अगोचर आहे. तो वाहूं लागला ह्मणजे मात्र कर्णेंद्रियानें व त्वगिंद्रियानें समजतो. तेव्हां सामान्यतः ह्मटलें असतां वायु इंद्रियांस अगोचर आहे. आतां इंद्रियांस अगोचर असे पदार्थ ह्या सृष्टीमध्यें आहेत, ह्याविषयीं आपली खात्री पुष्कळ गोष्टींमध्यें झाली आहे. ह्याकरितां “चक्षुर्वैसत्यं” हें जें कित्येक साधारण लोकांचें व विद्वान लोकांचें असत्य मत आहे, त्याविषयीं आपणास जपलें पाहिजे. वायु स्वरूपतः अदृश्य आहे; परंतु ह्या पृथ्वीवर आपला वास होण्याविषयीं अत्यंत अवश्यक जे पदार्थ आहेत, त्यांपैकींच एक वायु आहे. अन्न किंवा पाणी, किंवा निद्रा नसली, तरी आपण कांहीं दिवसपर्यंत वांचूं, व सूर्याच्या प्रकाशावांचूनही महिन्याचे महिने काढूं; पण ह्या वायूचा आपला वियोग झाला असतां एक क्षणभर देखील चालायाचें नाहीं. तें असें, कीं फुपुसांचा व्यापार तत्काल बंद पडेल, काळजाचें उडणें राहील, नाड्यांतील व शिरांतील रक्त वाहतांना थांबेल, आणि मूर्च्छा येऊन आपण तत्काल मरून जाऊं. ह्या-





प्रमाणें देहरूप यंत्राच्या सर्व शक्ति गलित होऊन विचार व चेतना हीं नाहींशीं होतील आणि मातीस माती मिळेल.

आतां आपण मुख्यत्वेंकरून वायूच्या स्थितिस्थापकतारूप गुणाविषयीं विचार करूं. वायूचा स्थितिस्थापकतारूप गुण ह्मणजे ज्या गुणामुळें वायूवर कांहीं भार घातला असतां वायु संकुचित होऊन लहानशा जागेंत मावतो व दाब काढला असतां पुनः पसरून पूर्वी इतकी जागा व्यापितो तो होय. घड्याळाच्या कमानीचीं दोन शेवटें हातानें एकमेकांच्या शेजारीं आणून हात सोडून दिला, तर तीं पुनः पूर्वस्थितीवर येतात, ह्मणून अशा पदार्थांच्या अंगीं स्थितिस्थापकतारूप गुण आहे, असें ह्मणतात. कांहीं लोंकर हातांत धरून मूठ मिटली, तर लोंकर संकुचित होते; मूठ उघडली असतां पुनः पहिल्या एवढा लोंकरीचा गोळा होतो, ह्याकरितां आपण ह्मणतों, कीं लोंकरीचें अंगीं स्थितिस्थापकतारूप गुण आहे. ह्याप्रमाणेंच एखाद्या कातड्याच्या पिशवींत वायु भरून तीवर भार घातला असतां आंतील वायु संकुचित होतो, आणि भार काढला ह्मणजे तो पसरून तत्काल पहिल्या इतकी जागा व्यापितो, तेव्हां ह्यावरून ही गोष्ट स्पष्ट सिद्ध होते, कीं पिशवींतील वायूचे अंगीं स्थितिस्थापकतारूप गुण आहे.

वायूच्या अंगीं हा स्थितिस्थापकतारूप गुण आहे, ह्यामुळें तो पसरून अधिक जागा व्यापण्याचा निरंतर प्रयत्न करीत असतो. ह्या गोष्टीची सिद्धता पाहाण्यास कातड्याच्या पिशवींत थोडासा वायु भरून तिचें तोंड घट्ट बांधून टाकावें, नंतर ती वाताकर्षक यंत्राच्या हंडींत ठेवून हंडींतील वायु काढून टाकावा, ह्मणजे पिशवीच्या बाहेरल्या अंगावर

वातावरणाचा जो दाब असतो तो नाहींसा होऊन पिशवी-च्या आंतील वायूस पसरण्यास अवसर सांपडून जी पिशवी पूर्वी सुरकुतलेली व चिमटलेली असते ती फुगून दडस होते. जर हंडींत वायु जाऊं दिला तर तीच पिशवी पुनः पहिल्याप्रमाणें चिमटून जाते. ह्या प्रकारच्या कृतीनें असें दृष्टीस पडतें, कीं वायु थोडा असतांही त्याच्या स्थितिस्थापकतारूप गुणामुळें तो शिशाचीं वरीच जड वजनें उचलतो.

पर्वतावर जसजसें वर जावें तसतसा वातावरणाचा भार कमी होत जातो, ह्यामुळें पिशवींत वायु भरून ती आपण उंच पर्वतावर नेऊं लागलों, तर आपण जों जों वर जातों तों तों पिशवी आंतील वायूच्या स्थितिस्थापकतेमुळें अधिक अधिक फुगूं लागते; आणि असें होतां होतां शेवटीं पिशवी फुटून देखील जाते. असेंच उष्णतेनेंही वायूचें प्रसरण वाढतें. तें असें, कीं आपण एखाद्या पिशवींत वायु जो भरून ती रसरसीत विस्तवाजवळ ठेवली, तर तींत असणारा वायु तो पसरतो, आणि त्यामुळें पिशवी फुगून फुटेलशी दिसूं लागते. वायूचे अंगीं स्थितिस्थापकतारूप गुण आहे, हें सिद्धकरण्यास दुसरी एक चमत्कारिक युक्ति आहे. ती अशी, कीं एक पातळ चौकोनी शिसा घेऊन त्यांतील वायु अगदीं बाहेर न पडे अशा रीतीनें त्यास बुटणें बसवावें, नंतर वाताकर्षक यंत्राच्या हंडींत तो आडवा टाकावा आणि हंडी निर्वात करावी, ह्मणजे शिशांतील वायु इतका पसरतो, कीं शिसा फुटून त्याचे तुकडे होतात. आपल्या शरीरावरील वायूचा भार नाहींसा करून शरीरांतील वायूस बाहेर निघूं दिलें, तर शरीराचीही अशीच दशा होईल. ती अशी, कीं

वायूच्या जोरासरसे फुपुस व वाहिन्या तडकतील, शिरा व धमन्या ह्यांतून रक्ताचा धोदाटा वाहूं लागेल, आणि ह्या देहयंत्रांतील सर्व व्यापार बंद पडतील. उंदीर किंवा एकादें पांखरू वाताकर्षक यंत्राच्या हंडीखालीं ठेवून हंडींतील वायु काढून टाकिला, तर तो प्राणी प्रथमतः दडपल्यासारखा दिसतो, नंतर आळेपिळे देऊं लागतो, त्याचें शरीर फुगूं लागतें, आणि तो तसाच एक दोन पळेंपर्यंत ठेविला, तर प्राण देखील सोडतो. एकादें चिंबलेलें लिंबु अगर दुसरें कांहीं असेंच फळ त्या हंडींत ठेविलें, तर तें हळू हळू फुगून जसेंका ताजेंच तोडून आणिलें आहे, असें दिसूं लागतें; परंतु हंडींत वायु जाऊं दिला, तर पुनः तें चिंबून पूर्वीप्रमाणें होतें. आतां लिंबु फुगण्याचें कारण असें आहे, कीं बाह्य वायूचा दाब नाहींसा होतो ह्यामुळें लिंबाच्या आंतील वायु पसरतो, आणि तेणेंकरून हा परिणाम घडतो.

नानाप्रकाच्या कृतींवरून असें सिद्ध झालें आहे, कीं वायूची प्रसरणशक्ति त्याच्या जडते इतकी असते, आणि त्याच्या दाबापासून जीं कार्यें घडून येतात, तींच प्रसरणशक्तीच्या योगानें घडून येतात. कारण व्यापार आणि प्रतिव्यापार हे सारखेच असतात. ह्याकरितां वायु ज्या जोरानें प्रसृत होण्याविषयीं प्रयत्न करीत असतो, तो जोर ज्या जोरानें वायु दाबलेला असतो त्या जोराबरोबर असतो. ह्यास उदाहरण, घडाळ्याची कमान जितक्या जोरानें गुंडाळलेली असते तितक्याच जोरानें ती उलगडण्याविषयीं प्रयत्न करीत असते. ह्मणून एकाद्या पात्राच्या आंतील वायु जर त्याच्या बाहेरील वायु इतका घन असला, तर आंतील वायूचा जोर पात्राच्या बाजूवर जितका असतो तितकाच वा-

हेरील वायूचा जोर पात्रावर असतो, आणि ह्याच कारणास्तव चौरस शिशांतील वायु काढून घेतला असतां तो बाहेरील वायूच्या दाबानें फुटतो, किंवा बाहेरील वायु नाहींसा केला असतां आंतील वायूच्या प्रसरणशक्तीनें फुटून जातो.

वायूच्या आंगीं स्थितिस्थापकतारूप गुण आहे, ह्यामुळें तो प्रसृत किंवा संकुचित होतो. सर्व वायूमध्यें पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळचा जो अत्यंत घनवायु हा आणखी किती घन होईल ह्याचा अद्यापि पुरतेपणीं थांग लागत नाहीं. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळच्या वायूच्या आंगीं, जितकी घनता आहे तिच्या साठपट घनता आलेला वायु मीं बघितला आहे, असें डाक्तर हाली साहेब सांगतो. कित्येक असें ह्मणतात, कीं वायु किती घन होईल हें सांगणें अशक्य आहे.

मानवी कृतीच्या योगानें वायु संकुचित होतो. पहा, फोर्सिंगपंप ह्या यंत्रापासून महत्कार्यें घडतात. हवेच्या बंदुकेंतील गोळी जोरानें दूर जाते. ह्या बंदुकीची आंतले आंगास एक पुड राखलें असतें, त्यांत चिपनळीनें खूब वारा भरावा; नंतर त्या पुडाच्या व बंदुकीच्या नळीच्या मध्यें पडदा असतो, तो खुला करावा ह्मणजे पुडांत संकुचित होऊन राहिलेला वायु स्वप्रसरणशक्तीच्या जोरानें नळींत गोळीमागें जातो, मग गोळी मोठ्या वेगानें बाहेर पडते. वायूच्या आंगीं स्थितिस्थापकतारूप गुण आहे, ह्यामुळें त्याच्या आंगीं प्रसृत होण्याची शक्ति विजातीय आहे. वायु किती पसरतो हें पाहाण्यास मिस्तर बोयली साहेब ह्यानें अनेक कृति केल्या, त्यांत प्रथमतः पहिल्या

जागेपेक्षां नऊपट जागा वायूनें व्यापिली, दुसऱ्या वेळेस एकतीस पट तिसऱ्या वेळेस साठपट, चवथ्या वेळेस दोडशेंपट, पांचव्या वेळेस आठशेंपट, साहाव्या वेळेस दाहा हजारपट आणि शेवटीं तेरा हजार साहाशें एकुणहत्तरपट जागा व्यापिली. ह्याप्रमाणें वायूचा हा जो इतका फैलाव झाला तो केवळ त्याच्या आंगच्या प्रसरणधर्मानेंच झाला; त्यांत अग्नीच्या उष्णतेचा वगैरे कांहींएक संबंध नव्हता. ह्यावरून असें दिसतें, कीं श्वासाबरोबर आपल्या पोटांत जाणारा जो वायु तो वातावरणाच्या अत्युच्च प्रदेशांत जो वायु आहे, त्यापेक्षां तेरा हजारपट तरी संकुचित झालेला असावा. आतां भूपृष्ठावर असणारा वायुही साठपट संकुचित करतां येतो. ह्यावरून ही गोष्ट ओघानेंच आली, कीं एक आणि आठ लक्ष वीस हजार ह्यांत जें प्रमाण आहे, तेंच वायु अत्यंत संकुचित जी जागा व्यापितो ती, व परम प्रसृत वायु जी व्यापितो ती, ह्या दोहोंत आहे. तेव्हां वायूच्या आंगीं जो स्थितिस्थापकतारूप गुण आहे, त्याच्या विजातीय शक्तीची यथायोग्य योजना केली असतां तेणेंकरून विलक्षण यांत्रिक जोर उत्पन्न होईल, ह्यांत संशय नाहीं. पर्वतापासून ज्वाला वगैरे पदार्थांचें निःसरण भूकंप, नवीन नवीन द्वीपांचा उद्भव, डोंगराचें भेदन इत्यादिक जीं औत्पातिक कृत्यें ह्या सृष्टींत घडतात, तीं सर्वथैव नसलीं तरी अंशतः तरी ह्या अद्भुत शक्तीच्या योगानें घडत असतील असें ह्मणण्यास चिंता नाहीं.

वायूची स्थितिस्थापकता कांहीं कमी किंवा अगदीं नाहींशी होते किंवा नाहीं ह्याविषयीं शोध विद्वान् लोकांनीं चालविला आहे. मिस्तर बोयली साहेब ह्यांनीं आपल्या

वाताकर्षक यंत्रानें वायु अत्यंत पातळ केला आणि तशा वायूच्या आंगीं कोठपर्यंत स्थितिस्थापकता रहाते हें पाहिलें, परंतु त्या वायूच्या आंगची स्थितिस्थापकता कमी झाली असें त्यांस कधीं अढळलें नाहीं. मिस्तर देसगुलर ह्यानें सांगितलें आहे, कीं हवेच्या बंदुकींत वायु भरून तो तसाच साहा महिनेपर्यंत संकुचित ठेविला होता, तथापि त्याच्या प्रसरणशक्तींत कांहीं तफावत पडली नाहीं. मिस्तर राबरवल साहेब ह्यानें हवेच्या बंदुकींत सोळा वर्षेंपर्यंत वायु संकुचित करून ठेविला होता; पण त्याची प्रसरणशक्ति जशीची तशीच होती.

वायूच्या स्थितिस्थापकतेविषयीं विद्वान् लोकांनीं नानाप्रकारचीं कारणें लाविलीं आहेत, परंतु सद्यां असें मत चालू आहे, कीं वायूंत अनुद्भुत उष्णता आहे, तिच्या योगानें तो पातळ राहिला आहे व त्याच्या आंगीं स्थितिस्थापकता आली आहे. कारण उष्णतेच्या आंगीं विजातीय स्थितिस्थापकता आहे, अशी सृष्टींत दुसऱ्या कोणत्याही पदार्थाच्या आंगीं नाहीं; पण ह्यांत झालें काय! वायूच्या आंगीं स्थितिस्थापकता कशी आली हें सांगण्याकरितां ती उष्णतेच्या आंगीं मानली. शेवटीं स्थितिस्थापकता ह्मणजे काय, व ती उष्णतेच्या आंगीं तरी कशानें आली हें कळत नाहींच. ह्याकरितां वायूच्या आंगीं स्थितिस्थापकतारूप गुण परमेश्वराच्या इच्छेनें आला आहे, असें ह्मणून स्वस्थ बसणें प्राप्त आहे.

स्थितिस्थापकतारूप गुणामुळें आपणांस पुष्कळ गोष्टींचा बोध होतो. शाईच्या वाटलीचा बूच काढला असतां शाईला बुडबुडे येतात, व ती फेसाळते. तर ह्याचें कारण

असें आहे, कीं बाटलींत शाई ओतण्याचे वेळेस आंत कांहीं वारा सांपडतो तो बाटलीला बूच घालते वेळेस जो वारा आंत दाबला जातो त्याच्या भारामुळें प्रसार पावूं शकत नाहीं. पुढें शाईचा बूच काढला ह्मणजे शाईचा पृष्ठभाग व बूच ह्यांच्या मध्यें जो घन झालेला वारा असतो तो निघून गेला ह्मणजे त्याचा दाब शाई व तींतील वारा ह्यांवरील नाहींसा होतो. मग शाईच्या आंगीं स्थितिस्थापकता नसते, ह्यामुळें ती तशीच रहाते; पण वायूच्या आंगीं तो गुण आहे ह्मणून तो बाहेर निघतो, त्यामुळें शाईला बुडबुडे येतात व ती फेसाळते. एखादें मनुष्य किंवा जनावर पाण्यांत बुडालें असतां त्याचें शव एक दोन दिवसांनीं फुगून वर येतें, त्याचेंही कारण वायूची स्थितिस्थापकताच आहे. प्राणी बुडून जीव गेल्यावर वाहिन्या बंद पडतात. नंतर लवकरच सर्व धातूंचा पाक होऊन ते कुजूं लागतात; ह्मणजे तेणेंकरून देहगत तत्वांचें पृथक्‌भवन होऊं लागतें; तेव्हां पुष्कळ वायु पृथक् होतो आणि तो सर्व वाहिनींतून पसरतो. कारण त्यास बाहेर पडण्यास वाट नसते; ह्यामुळें सर्व शरीर फुगून शवाचें प्रमाणगुरुत्व पाण्यापेक्षां कमी होतें; तेणेंकरून तें पाण्यावर तरूं लागतें; परंतु ह्या रीतीनें शरीर सडून त्याचे अवयव मोकळे झाले, आणि वायूला बाहेर पडण्याला वाट झाली ह्मणजे शवाचें प्रमाणगुरुत्व पाण्यापेक्षां अधिक होऊन शव पुनः तळाशीं जातें. मासे पाण्याचे तळाशीं जातात व वर येतात, हेंही वायूच्या स्थितिस्थापकतेमुळेंच घडतें. माशाला पोटांत वाय्वाशय असतो, तो त्यास पाहिजे तेव्हां संकुचित करितां येतो व पाहिजे तेव्हां फुगवितां येतो. माशाला तळाशीं जावयाचें

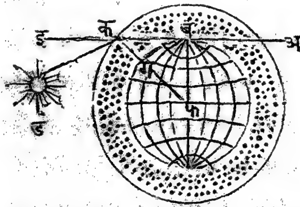
झालें ह्मणजे तो आपला वाय्वाशय दाबतो, तेणेंकरून त्याचें प्रमाणगुरूत्व वाढून त्यास तळाशीं जातां येतें. पुनः वरतीं येण्याचें झालें ह्मणजे मासा वाय्वाशयावरील दाब काढतो, ह्मणजे तो आशय आंतील वायूच्या योगानें अर्थात फुगतो, मग तेणेंकरून त्याचें प्रमाणगुरूत्व पाण्यापेक्षां कमी होऊन तो पाण्याच्या पृष्ठभागावर येतो. ह्याप्रमाणें वायूच्या प्रसरणशक्तीमुळें घडून येणाऱ्या अनेक गोष्टी दाखवितां येतील; परंतु त्यांचें प्रतिपादन नकरितां आपण ह्या विषयाच्या पुढच्या प्रकरणाचा विचार करूं.

प्रकरण ६.

वाय्वावरणाची उंची पक्केपणीं समजली आहे, असें पुष्कळ ग्रंथकार मानतात; परंतु वास्तविक ह्मटलें असतां ही उंची अमुक आहे असा पक्का शोध लागत नाहीं, आणि पुढें तरी शोध लागेल, असा संभव दिसत नाहीं. वायूची घनता सर्वत्र सारखी असती तर वाय्वावरणाच्या उंचीचा निश्चय करतां येता. तो असा, कीं भूपृष्ठापासून वातावरणाच्या परमोच्च प्रदेशापर्यंत वायूच्या स्तंभाचें वजन तितकाच लांब तितकाच रुंद व बत्तीस फूट उंच अशा पाण्याच्या स्तंभाच्या वजनाइतकें आहे, असें कळून आलें आहे, व पाणी वायूपेक्षां सुमारें आठशें चाळीसपट जड आहे. तेव्हां आठशें चाळीसांस बतिसांनीं गुणलें असतां सव्वीस हजार आठशें ऐशीं गुणाकार होतो. तर इतके फूट ह्मणजे सुमारें पांच मैल व १६० यार्ड वाय्वावरणाची उंची आहे असा निश्चय करतां येता; परंतु तो करतां येत नाहीं. कारण कीं भूपृष्ठापाशीं वायूची जी घनता

आहे, तीच घनता सर्वत्र नाहीं. जों जों वर जावें तों तों वायु अधिक अधिक विरळ होत गेला आहे. ह्याखेरीज दुसऱ्याही कांहीं गोष्टींवरून अनुमान होतें, कीं वातावरणाची उंची पांच मैलांपेक्षां फारच ज्यास्ती आहे.

वाय्वावरणाच्या उंचीचें ज्ञान होण्याकरितां विद्वान् लोकांनीं दुसरी एक युक्ति काढिली आहे. वेध करून पहातां असें आढळतें, कीं सूर्यास्त झाल्यावर जो मंद प्रकाश असतो, तो क्षितिजाचे खालीं अठरा अंश सूर्य गेला ह्मणजे संपतो. आतां अस्तानंतर हा मंद प्रकाश राहातो त्याचें कारण असें आहे, कीं सूर्यकिरण वातावरणावर प्रतिबिंबित होऊन पृथ्वीकडे परावर्तन पावतात, ह्यामुळें सूर्यास्त होतांक्षणींच जो अंधार पडावा तो नपडतां कांहीं वेळपर्यंत झांजड राहातें, आणि वाय्वावरणाच्या ज्या प्रदेशापासून सूर्यकिरण परावर्तन पावतात त्याच्या उंचीचा निश्चय करतां येतो.



ह्या पुढील आकृतींत अ ब क ई रेषा ब स्थानीं राहाणाराचें क्षितिज आहे. ड क सूर्यकिरण हा क स्थानावर पडल्यामुळें क्षितिजाशीं ड क इ अठरा अंशांचा कोन झाला आहे, तेव्हां ड क अ हा कोन एकशें बासष्ट अंशांचा आहे. आतां फ मध्य बिंदूपासून फ क रेषा कर. ती रेषा वायूच्या ज्या परमाणूपासून क ड किरण परावर्तन पावत आहे त्यावर लंब होईल व ती ड क ब कोनाचे दोन समान* भाग

* पतनकोन व परावर्तनकोन निरंतर बरोबर असतात असा नियम आहे.

करील. फबक काटकोण त्रिकोणांत फकब कोन ८१ अंश आहे, पण तो वातावरणांत सूर्यकिरणाच्या वक्रीभवनास्तव ८१ अंश तीस कळा भरतो. फब ही पृथ्वीची त्रिज्या सुमारें चार हजार मैल आहे, ह्याकरितां त्रिकोणमितीच्या नियमाप्रमाणें फकअ कोनाच्या भुजज्येस जर पृथ्वीची बफ त्रिज्यातर फबक काटकोनाच्या भुजज्येस फक बाजू ह्मणजे ह्याप्रमाणें.

	८१,३० ह्यांच्या भुजज्येस	९,९९५२०३
जर	४००० मैल ह्यांची भुजज्या	३,६०२०६०
तर	९० अंश ह्यांच्या भुजज्येस	१०,००००००
	$४०४४\frac{१}{२}$ मैल.	३,६०६८५७

आतां फक बाजू पृथ्वी व वातावरण ह्यांची त्रिज्या आहे. तींतून बफ ह्मणजे पृथ्वीची त्रिज्या वजा केली असतां बाकी गक राहाते, ह्मणजे साडे चवेचाळीस मैल वातावरणाची उंची भूपृष्ठापासून पलीकडे आहे. ह्या रीतींत दुसऱ्या आणि तिसऱ्या पदांच्या लागरतमांची बेरीज करून तींतून प्रथम पदाचें लागरतम वजा केलें. आतां दुसऱ्या रीतीनें केलें तरी हाच परिणाम होतो. त्रिज्या १०,०००००० जर बफ, तर बफक च्या छेदनरेषेस फक ह्मणजे ३,६०२०६०+१०,००४८००−१०,००००००=३,६०६८६०, ह्यावरून असें झालें, कीं साडेचवेचाळीस मैल अंतरावरील वायु सूर्यकिरणांचें प्रतिफलन होण्याजोगा आहे. आतां सूर्य अठरा अंशांहून पुष्कळ खालीं गेल्यावरही आपणांस थोडा थोडा प्रकाश दिसत असतोच, ह्याकरितां अशीही अटकळ करायास कांहीं अवकाश आहे,

कीं दोनशें मैलांपलीकडे देखील सूर्यकिरण प्रतिबिंबित व्हावयाजोगी वातावरणाच्या आंगीं घनता आहे.

चाळीस किंवा पन्नास मैलांपलीकडेही वातावरणाचा विस्तार आहे, ह्या गोष्टींची सिद्धता, उल्कापातावर जे कांहीं विचार झालेले आहेत त्यांवरूनही होते. संन १७१९ चे सालीं एक मोठा उल्कापात झाला, तो भूपृष्ठापासून त्र्याहत्तर मैलांवर झाला, असें गणितानें सिद्ध झालें आहे. संन १७८३ चे सालीं आगष्ट महिन्याच्या अठराव्या तारखेस **ग्रेटब्रिटन** व त्या शेजारचे देश ह्यांवरून एक उल्का गेली, ती त्या देशांतील जोशांनीं वेध करून पहातां शंभर किंवा नव्वद मैलांपलीकडे होती असें गणितानें आलें. ही उल्का **इंग्लंडा**चे कांहीं भागांवरून गेली, तेव्हां तेथें मोठी गर्जना ऐकू आली.* संन सत्राशें एकुणिसांत उल्कापात झाला ह्मणून लिहिलें, त्याची तर गर्जना फारच मोठी झाली, ती **ग्रेटब्रिटना**चे बहुतेक भागांत ऐकू आली. तिच्यामुळें सर्व वायुमंडळ क्षुब्ध झालें आणि पृथ्वी देखील आतां डळमळेल असें भासलें.

नव्वद मैलांपलीकडे उल्कापात झाला ह्मटलें ह्मणजे अर्थांतच झालें, कीं तेथें वायु आहे आणि तो भूमीपासून इतक्या अंतरावर असल्यामुळें कितीही विरळ झाला असला तरी अग्नीची ज्वाला राखावी इतकी शक्ति त्याचे आंगीं आहे. आतां उल्का ह्मणजे विजेचें तेज असें साधारणमत आहे, त्याप्रमाणें ह्मटलें तरी नव्वद मैलांपलीकडे वायु

---

* सन १८५३ त फाल्गुन वद्य एकादशीस सुमारें एक घटका रात्रीस मावळांत एक तारा तुटला त्याची गर्जना बहुतेक सर्व पवन मावळांत व पौड खोऱ्यांत ऐकूं आली.

नाहीं असें सिद्ध होत नाहीं. कारण कीं विजेचें तेज देखील पूर्ण निर्वात जागेंतून जात नाहीं, ह्याकरितां आपणांस असें ह्मणायास जागा आहे, कीं वाय्वावरणाच्या विस्ताराची मर्यादा आपणास बरोबर समजली नाहीं. उल्कापात पृथ्वीपासून इतके दूर झालें, तरी ते वाय्वावरणाच्या बाहेर झाले नाहींत, असें ह्या पुढील गोष्टीवरून दिसतें, ती गोष्ट अशी, कीं दरतासास अडुसष्ट हजार मैल ह्या मानानें पृथ्वी सर्व वाय्वावरणासहवर्तमान सूर्याभोंवतीं फिरत आहे, तेव्हां सत्राशें त्र्यांशीचे सालची उल्का उत्तरेकडून दक्षिणेस गेली, ती वाय्वावरणाच्या पलीकडे असती तर एक मिनिटांत हजार मैलांहून अधिकच पश्चिमेकडे राहिली असती. कारण कीं पृथ्वी एके मिनिटांत तितकी फिरते.

कोणी अशी कल्पना करतात, कीं ह्या स्थितिस्थापक, व अत्यंत पातळ वायूनें सर्व विश्व भरलेलें आहे तें असें, कीं आकाशमार्गानें भ्रमण करणाऱ्या ग्रहनक्षत्रादिक गोलांस त्याचा कांहीं प्रतिबंध होत नाहीं, व तो वायु प्रत्येक ताऱ्याभोंवतीं त्या त्या ताऱ्याच्या प्रकृत्यंशाप्रमाणें घन झालेला आहे, कारण कीं मोठ्या पदार्थाचे आंगीं आकर्षणशक्ति अधिक व लहान पदार्थाचे आंगीं आकर्षणशक्ति कमी, असा सृष्टिनियमच आहे; आणि त्यामुळें सर्व त्रिभुवनांत वायु एकच असतां प्रत्येक ताऱ्याभोंवतीं त्याची घनता न्यूनाधिक होऊन निरनिराळीं वातावरणें भासतात. आतां ही कल्पना खरी असल्यास पृथ्वीभोंवतीं असणाऱ्या वायूस मर्यादा आहे, असें ह्मणतां येत नाहीं; तर इतर ग्रहांच्या वातावरणांतील वायूशीं मिश्र झाला आहे असें ह्मटलें पाहिजे.

वायूस मर्यादा नाहीं असें जरी ह्मटलें, तरी वाय्वावरण

ह्मणून आपण ज्यास नांव दिलें आहे, असा जो पृथ्वीबरोबर भ्रमण करणारा वायु त्याला कांहीं तरी मर्यादा असली पाहिजे. कारण कीं वाय्वावरण पृथ्वीबरोबर फिरत नाहीं, असें ह्मटलें तर सर्वकाळ पूर्वेकडून वारा वाहावा व त्याची गतिही फार विलक्षण ह्मणजे दर तासास हजारांहूनही अधिकच मैल असावी, आणि अर्थांतच असल्या जोराच्या वायूनें झाडें, डोंगर वगैरे सर्व सपाट होऊन जावें; पण तसें होत नाहीं. आतां वातावरणाच्या वायूची मर्यादा कोठें संपते ह्याचा निश्चय करणें हें आपणांस अशक्य आहे.

प्रकरण ७.

वायुघटक तत्वांचें विवेचन.

पृथ्वी,* आप, तेज, आणि वायु ह्या च्यार मूळ तत्वांपासून सर्व पदार्थ उत्पन्न झाले आहेत, असें आजपर्यंत विद्वान् लोक मानीत आले; परंतु अर्वाचीन कालीं रसायन शास्त्राच्या योगानें शोध लागून असें सिद्ध झालें आहे, कीं हीं सर्व मिश्रतत्वें आहेत आणि त्यांत वायु हें तत्व जरी फार सूक्ष्म व दृगिंद्रियास अगोचर आहे, तरी तें देखील निरनिराळ्या तत्वांच्या संयोगापासून झालेलें आहे. हा शोध लागून सुमारें सत्तरांहून कांहीं ज्यास्ती वर्षें झालीं. प्रथमतः डाक्तर **प्रीस्तली** साहेबानें संन १७७४ त आगष्ट महिन्याच्या पहिल्या तारखेस कृति केल्या, तेव्हां त्यास ज्यास

---

* हिंदु लोक आकाशासही मूळतत्व मानीत आले आहेत.

आक्सिजनग्यास ह्मणून आतां ह्मणतात, त्या तत्वाचा शोध लागला. पुढें सन १७८५ चे सालीं मिस्तर स्कील ह्या नांवाचा स्विट्जरलंड देशांतील रसायनशास्त्रज्ञ होता, त्यास डाक्तर प्रीसली साहेबाच्या कृतीविषयीं कांहीं एक वर्तमान माहीत नसतांही हाच शोध लागला. हा शोध केव्हां लागला व कोणकोणत्या कृतींनीं लागला ह्याचें निरूपण करण्याच्या खटपटींत न पडतां ज्या तत्वांच्या संयोगापासून वायु उत्पन्न झाला आहे, त्यांच्या गुणदोषांचा मात्र आपण विचार करूं.

वायूंत आक्सिजनग्यास व नैत्रोजनग्यास असीं दोन मुख्य तत्वें आहेत आणि कांहीं कार्बानिक असिडग्यासही आहे. जर वायूचे शंभर विभाग केले तर त्यांत एकवीस भाग आक्सिजनग्यास निघेल, सुमारे अठ्याहत्तर भाग नैत्रोजनग्यास निघेल व एक भाग कार्बानिक असिडग्यास निघेल. कितीएक रसायनशास्त्रज्ञांचें मत आहे, कीं कार्बानिक असिडग्यास एक सहस्रांश परिमित निघेल. वायूच्या ह्या तत्वांतून प्रथमतः आक्सिजन ग्यासाच्या गुणांचें विवेचन आपण करूं.

हा ग्यास अदृश्य व स्थितिस्थापक आहे व जितका पाहिजे तितका संकुचित होतो, व जितका पाहिजे तितका पसरतो. त्याचे असाधारण गुण येणेंप्रमाणें आहेत. ज्वलनक्रियेस हा आवश्यक आहे, व जेणेंकरून अग्नीची ज्वाला राहाते, असा हा एकच पदार्थ आपल्या माहितींत आहे. जेव्हां ह्या ग्यासाशीं इतर ग्यासांचें संमिश्रण नसतें, तेव्हां त्यांत ज्वालाग्राही पदार्थ फार जलदीनें जळतात. पेटविलेली मेणबती ह्या ग्यासानें भरलेल्या पात्रांत ठेविली तर ति-

त्या दिव्याचा असा कांहीं विलक्षण प्रकाश पडतो, कीं त्याकडे पहाण्यानें आपले डोळे दिपून जातात. त्या दिव्याची उष्णता सामान्य दिव्याच्या उष्णतेपेक्षां फार अधिक असते. एखाद्या लोखंडी तारेला लाकडाचा लहानसा तुकडा बसविला आणि तो पेटवून ती तार ह्या ग्यासांत ठेविली, तर तार पेट घेते आणि तिजमधून ठिणग्या पडूं लागतात, तेव्हां त्या प्रकाशानें डोळे इतके दिपतात, कीं त्याकडे पहावत नाहीं. हा ग्यास प्राणिमात्राच्या जीवनास अत्यावश्यक आहे. कारण कीं अनेक गोष्टींवरून असें सिद्ध झालें आहे, कीं ज्या वायूंत आकसिजन ग्यासाचा कांहीं अंश नाहीं, त्यांत कोणताच प्राणी जिवंत राहात नाहीं. ह्यावरून मनुष्यें व बाकीचे सर्व जीव ह्यांचा केवळ सुखासच हा ग्यास कारण आहे, असें नाहीं तर त्यांचें जिवंत राहाणें देखील त्याच्या आधीन आहे.

आकसिजन ग्यासाविषयीं दुसरी अशी गोष्ट आहे, कीं सर्व वानस्पत्य व खनिज क्षारांस ह्याच्या मिश्रणानें आम्लता आली आहे, आणि ह्या ग्यासाचें आकसिजन* असें नांव ह्याच गुणामुळें पडलें आहे. प्राणिमात्राच्या शरीरांत उष्णता येण्यास व रक्त फुपुसांतून वाहत असतां त्याचे ठायीं लाली उत्पन्न होण्यास आकसिजनग्यास मूळ आहे. तसेंच पृथ्वीस वेष्टून राहाणारें जें वातावरण त्यास व पृथ्वीवर असणारे जे समुद्र, नद्या, तळीं वगैरे ह्यांतील पाणी त्यास आकसिजनग्यास मूळ आहे. हा सर्व वनस्पतींमध्यें आहे व त्यामुळें त्यांचे सर्व अंतर्गत व्यापार यथास्थितपणें चालतात. हा ग्यास निरनिराळ्या धातूंशीं मिश्र होऊन

* आकसिजन ह्याचा अर्थ आम्लताजनक असा आहे.

कला कौशल्याचें कामांत अनेक प्रकारें उपयोगीं पडतो. सारांश, ह्याप्रमाणें हा ग्यास अत्यंत उपयोगीं आहे.

आकसिजनग्यास नानाप्रकारच्या पदार्थांत सांपडतो. त्यांतही तो सोरा, मांगनीज* हिंगुळ, ह्यांमध्यें व वनस्पति पाण्यांत बुडवून उन्हांत ठेविल्या असतां त्यांमध्यें अधिक सांपडतो. सुमारें अकरा दशांस ह्या प्रमाणानें हा ग्यास सामान्य वायूपेक्षां जड आहे. एकशें सोळा घनइंच आकसिजन जोखला असतां त्याचें वजन एकुणचाळीस ग्रेन भरतें, व तितकाच साधारण वायु जोखला तर तो साडेपसतीस ग्रेन भरतो.

आकसिजन ग्यासापासून घडणाऱ्या कृत्यांत परम आश्चर्यकारक कृत्य हें आहे, कीं नैत्रोजन ग्यासाशीं कांहीं एक मानानें तो ग्यास मिश्र केला असतां नैत्रस आक्सैदग्यास उत्पन्न होतो. ह्या आक्सैदांत त्रेसष्ट भाग नैत्रोजनग्यास व सदतीस भाग आकसिजनग्यास असतो. हा आक्सैदग्यास नाकपुड्या बंदकरून तोंडानें नळीवाटें फुपुसांत ओढून घेतला असतां प्राण्यांच्या चित्तवृत्तींत विलक्षण भेद पडतो. उड्या माराव्या व नाचावें असें वाटतें; हास्य निरंकुशपणें चालतें; चमत्कारिक व आनंदकारक अशा कल्पनांचे तरंग उठतात; व शेवटीं निरंगळी येत नाहीं. मिस्तर साउथी ह्मणून एक विख्यात कवी होता, त्यानें ह्या ग्यासाचें प्राशन केलें. तेव्हा त्यानें सांगितलें, कीं माझी चित्तवृत्ति पहिल्यापेक्षां अगदीं निराळी व आनंदभरित झाली आहे. प्रथमतः भोंवळ येऊन पडतो, असें त्यास वाटलें; परंतु लागलाच पुढें विलक्षण

* ही एका प्रकारची धातू आहे.

आनंद त्यास वाटून हासूं लागला. ही कृति केल्यावर पुष्कळ वेळपर्यंत त्याचें घ्राणेंद्रिय व रसनेंद्रिय हीं फार सूक्ष्म व तिखट होतीं; आणि पुष्कळ वेळपर्यंत त्याला नेहमींपेक्षां विशेष बळ आलें होतें, आणि तो विशेष आनंदवृत्ति होता.

येलकालेज ह्या नांवाच्या विद्यालयांतील प्रोफेसर **सिलिमन** ह्याचा एक विद्यार्थी हें आक्सैद प्याला. त्यापासून जे काय परिणाम झाले, ते "अमेरिकन जर्नल आफसायेनस्" ह्या नांवाच्या पत्रांत छापिले आहेत. ते येणेंप्रमाणें—"जो मनुष्य नैत्रस आक्सैद प्याला तो प्रौढ होता. ह्या ग्यासाचें प्राशन करावयाचे अगोदर सुमारें दोन वर्षें त्याची प्रकृति अशी कांहीं सूक्ष्म झाली होती, व मन असें विलक्षण खिन्न झालें होतें, कीं त्याला व्यासंग अगदीं सोडून देणें भाग पडलें. ह्याप्रमाणें त्याला क्षीणता आली असतां त्यानें नैत्रस आक्सैदाचें तीन कार्ट प्राशन केलें. तेणेंकरून त्याच्या शरीरांत विजायतीय बळ आलें, व त्याला विलक्षण आनंद वाटूं लागला. विनोद व मौज करण्याविषयीं त्याचें मन विजातीय धावूं लागलें. ह्याप्रमाणें ह्या ग्यासाचा परिणाम तीस तासपर्यंत एकसारखा होता; आणि पुढें एक आठवड्याभर कांहीं राहिला होता. ह्या ग्यासामुळें त्या पुरुषाच्या रसनेंद्रियावर फारच चमत्कारिक परिणाम घडला. तो असा, कीं ग्यासाचें प्राशन करण्याचे पूर्वी त्याला भोजनाच्या पदार्थांमध्यें कांहीं एक आवडनिवड नसे; परंतु ग्यास घेतांच त्याला गोड पदार्थांची चटक लागली. दोन तीन दिवस त्यानें गोड गोड पदार्थांवांचून कांहींच खालें नाहीं. त्याची गोडाविषयीं इतकी

भक्ति वाढली, कीं भाकरी व लोणी ह्यांबरोबर साकर व काकवी खाऊं लागला, एवढेंच नाहीं, तर ताजें मास व भाजीपाला ह्यांबरोबर देखील साकर व काकवी खाऊं लागला, आणि ग्यासाचें प्राशन करून आठ दिवस झाले, तरी ह्याप्रमाणें त्याची वर्तणूक अद्यापिही चाललीच आहे. त्याची प्रकृति व चित्तवृत्ति हीं तेव्हांपासून चांगलीं आहेत. आतां त्याच्या मनाला स्वस्थता आहे. पूर्वीं जसा तो खिन्न, उदास, व भ्रमिष्ट होता तसा अगदीं नाहीं."

टामसडिक* ह्यानें ह्या ग्यासाचें सेवन करून त्याच्या आनंदकारक परिणामांचा जास्त अनुभव घेतला. ग्यास घेतांच प्रथमतः त्याला असें हासूं येऊं लागलें, कीं तें कशानें बंद होईना. त्याला वाटे, कीं एथें मंडळीचा प्रतिबंध होतो, त्यापेक्षां ह्या खोलींतून पळून जाऊन मनमोकळें हसावें. ग्यास घेतल्यानें त्याचे आंगीं चापल्य आलें, आणि अशी इच्छा झाली, कीं आपण उड्या माराव्या व नाचावें. ह्याप्रमाणें ह्या ग्यासाचा अंमल असतां मनांत मनोरंजक कल्पनांचे तरंग उत्पन्न होत होते; व प्रत्येक विकळा घटिकेइतकी वाढलेली भासत होती.

एकदां **टामसडिक** ह्याच्या दृष्टीस असें पडलें, कीं एक विद्वान् प्रौढ मनुष्य राजासारखा आव घालून नाचत होता. आणि आपली काठी परजून अशा उंच उंच उड्या मारीत होता, कीं छत आठ फुट उंच असतांही त्याला त्याचें डोकें लागे. कांहीं वेळानंतर त्याला विचारिलें, कीं मारामारीच्या बेतांत आल्याप्रमाणें तूं आपली काठी कां परजीत

---

* हा ग्रंथ ज्या मूळ इंग्रजी पुस्तकावरून केला त्या पुस्तकाच्या कर्त्याचें टामसडिक हें नांव आहे.

होतास ! तेव्हां तो ह्मणाला, मला वाटलें, कीं पुढें कांहीं छानदार मौज आहे, तेथें जावें; परंतु भोंवतालची मंडळी जाऊं देईना ह्मणून शिपायाप्रमाणें काठी हालवून मी वाट करीत होतों. एके समयीं एका स्त्रीनें नैत्रस आक्सैदाचें सेवन केलें, तेव्हां ती अत्यंत आनंदांत मग्न होऊन मोठ्या आवेशानें सुरस बोलावयास लागली. तीला अंगावरील शालजोडी, पोषाग व जोडा हीं क्षुल्लक वाटून ती तीं फेकून द्यावयास लागली, व सभोंवतालचे लोक आपणास काय ह्मणतील ह्याची तीला पर्वा राहिली नाहीं. तेव्हां ह्या ग्यासाचें सेवन बायकांनीं केलें असतां त्याच्या ठिकाणींही पुरुषाप्रमाणेंच परिणाम घडतात. हे परिणाम पूर्ण उत्पन्न करण्यास ग्यास आंत ओढतांना फार लक्ष दिलें पाहिजे. तें असें, कीं हा ग्यास आंत ओढीत असतां नाकपुड्या बंद करून बाहेरच्या वायूशीं किंचित् सुद्धां मिश्र होऊं देऊं नये. प्रमादानें तसें झाल्यास विशेष चमत्कार अनुभवास येत नाहीं.

नैत्रस आक्सैदच्या योगानें किडे व दुसरे प्राणी ह्यांची ह्या तऱ्हेचीच स्थिति होते. त्यांस ह्या ग्यासांत बुडविलें असतां जसा कांहीं मोठा आनंद झाला आहे ह्याप्रमाणें ते नाचतात, व उड्या मारतात.

नैत्रस आक्सैदग्यास पोटांत घातला असतां त्याचे असे चमत्कारिक परिणाम घडतात. ह्या गोष्टीवरून आपण समजावें, कीं ईश्वरास आपणांस अत्यंत सुखी किंवा अत्यंत दुःखी करणें झाल्यास किती सुलभ आहे. वायु उत्पन्न करणाऱ्या तत्वांच्या मानांत किंचित् फेरफार केला ह्मणजे पुरे. आक्सिजनग्यास व नैत्रोजनग्यास ह्यांचें

दुसऱ्या एखाद्या मानानें संमिश्रण केलें असतां त्यापासून एक रस उत्पन्न होतो. त्या रसाच्या योगानें मोठी यातना होऊन क्षणांत सर्व शरीर नष्ट होतें. ह्या रसास सल्फ्युरिक आसिड (ह्मणजे गंधकाचा तेजाब) ह्मणतात. ह्याचीं व वायूचीं मानें मात्र निरनिराळीं आहेत. सल्फ्युरिक आसिडांत आकसिजनग्यास पंचाहत्तर भाग आहे व नैत्रोजनग्यास पंचवीस भाग आहे. हें आसिड मोठा अनर्थ करणारें आहे. तर पहा बरें वायूंत मूल तत्वाचीं हीं मानें असतीं तर किती भयंकर परिणाम होते.

वायु उत्पन्न करणाऱ्या तत्वांपैकीं नैत्रोजनग्यास हें दुसरें तत्व आहे. ह्याचे गुण आकसिजन ग्यासाच्या गुणांच्या विरूद्ध आहेत. ते असे, कीं ह्या ग्यासानें ज्वलनक्रिया बंद होते. जर ह्या ग्यासानें भरलेल्या कुपींत पेटलेली मेणबती ठेविली, तर ती पाण्यांत बुडविल्याप्रमाणें तत्काल विझून जाते. दिव्यावर हंडी पालथी घातली असतां प्रारंभीं कांहीं वेळपर्यंत दिवा जळतो. पुढें हंडींतील आकसिजनग्यास जळून केवळ नैत्रोजनग्यास राहिला ह्मणजे दिवा तत्क्षणीं विझतो. दुसरें, नैत्रोजन ग्यासांत प्राण राहात नाहीं. एखादा प्राणी ह्या ग्यासांत कोंडला, तर तत्क्षणीं तो मरून जातो. आपण उच्छ्वास टाकतों त्या वेळेस जो वायु बाहेर पडतो तो हाच ग्यास आहे. दुसऱ्या वायूशीं मिश्र झाल्याशिवाय हा उलटून पोटांत जाता, तर आपला दम कोंडला असता; परंतु वाय्वावरणसंबंधी वायूपेक्षां हा हालका आहे, ह्मणून नाकांतून बाहेर निघतांच डोक्याचे वर जाऊन वाय्वावरणाशीं संयुक्त होतो. ज्या ठिकाणीं पुष्कळ लोक जमतात त्या ठिकाणीं वरल्या अंगास

हंड्या असल्या तर नैत्रोजन ग्यास उच्छ्वासाबरोबर निघून वर चढतो, ह्यामुळें हंड्यांतील दिवे मंद जळतात. आतां पाहा बरें! ही गोष्ट केवढ्या आश्चर्याची आहे, कीं आपण श्वासाबरोबर जो वायु पोटांत घेतों त्यांत ह्या घातुक ग्यासाचे सुमारें चार पंचमांस असतात. हा ग्यास प्राणघातक आहे खरा; परंतु सृष्टींतील पुष्कळ व्यापारांस हा हितावह आहे. हा ग्यास दुसरे पदार्थांशीं मिश्र होऊन नानाप्रकारचे पदार्थ होतात. प्राणी व वनस्पती ह्यांच्यामध्यें हा एक मोठा भेद आहे, कीं वनस्पतींमध्यें हा ग्यास फारच असतो. वनस्पतींपासून उत्पन्न झालेल्या कित्येक पदार्थांमध्येंही हा ग्यास असतो. हा वनस्पती व फुलें ह्यांस हितावह आहे. वनस्पती ह्यानें वेष्टित असतां त्या चांगल्या वाढतात. हा स्थितिस्थापक व पारदर्शक आहे. ह्यास वास व रंग नाहीं. साधारण वायूचें विशिष्टगुरुत्व १ कल्पिलें, तर ह्या ग्यासाचें विशिष्टगुरुत्व ०.९७४८ आहे. ह्या ग्यासाचें वजन शंभर इंच, तीस ग्रेन भरतें.

वायु उत्पन्न करणाऱ्या तत्वांपैकीं कार्बानिक आसिड-ग्यास हें तिसरें तत्व आहे. हा ग्यास वायूंत सुमारें शंभरावा हिस्सा आहे असें कोणी ह्मणतात, व कोणी हजारावा हिस्सा आहे असें ह्मणतात. हा ग्यास चुन्याचे खडे; चुनखडू व मांगनीज इत्यादि पदार्थांत असतो. ह्या पदार्थांपासून उष्णता व खनिज असिड ह्यांच्या योगानें हा ग्यास निघतो. हा ग्यास, खाणी, मोठमोठाल्या गुहा, खोल खोल विहिरीचे तळ, मद्य करण्याचे हऊद, चुन्याच्या भट्टीच्या आसपासची जागा, ह्या ठिकाणीं पुष्कळ सांपडतो. हा स्थितिस्थापक व अदृश्य आहे, आणि सर्व ग्यासांत हा

जड आहे. वायूपेक्षांही हा वराच जड आहे, ह्याकरितां पाण्यासारखा हा एका पात्रांतून दुसऱ्या पात्रांत ओततां येतो. वायूचें प्रमाणगुरुत्व १ कल्पिलें असतां ह्याचें प्रमाणगुरुत्व १.५१२३ भरतें, ह्मणजे हा ग्यास वायूपेक्षां दीड पटीहून अधिकच जड आहे. शंभर घनइंच आक्सिजनग्यास वजन केला असतां तो सुमारें चवतीस ग्रेन भरतो, आणि तितकाच कार्बानिक आसिडग्यास वजन केला तर तो साडेशेचाळीस ग्रेन भरतो. पुष्कळ दिवस ज्यांचा उपसा नाहीं असल्या खोल खोल विहिरींत मनुष्यें उतरलीं असतां तीं मरतात, ह्या गोष्टीस व कोळशाच्या खाणींत मोठमोठाले अनर्थ उत्पन्न करण्यास हाच ग्यास कारण आहे. कोठेंही हा ग्यास असला, तर तो तळाशीं असतो. कारण, कीं ह्याचें प्रमाणगुरुत्व वायूपेक्षां अधिक आहे, ह्याकरितां ज्या गुहांत हा असतो तेथें मनुष्यें उभ्यानीं चालत असतां त्यांस कांहीं विकार होत नाहीं; परंतु तींच निजलीं तर लागलींच गुदमरून जातात. इटली देशांत ग्रातोदिल ह्या नावाची एक प्रसिद्ध गुहा आहे. तेथें परका मनुष्य गेला असतां त्यास ह्या रीतीनें चमत्कार दाखवितात. एक मनुष्य एक कुतरा घेऊन परक्या मनुष्यासहवर्तमान आंत जातो, आणि कुतऱ्याला त्या जाग्यावर ठेवितो, ह्मणजे कांहीं वेळानें कुतरा गुदमरून मरतो आणि मनुष्य जसाचा तसाच अविकृत रहातो. आतां ह्या गोष्टीचें कारण असें आहे, कीं कार्बानिक असिडग्यास वायूपेक्षां जड आहे, ह्यामुळें तो अठरा इंचपर्यंत तळचीं जागा व्यापितो, तेव्हां त्यांत रहाणारा कुतरा सहजच मरतो, आणि अठरा इंच उंची पलीकडच्या

जागेंतील हवा स्वच्छ असते, ह्यामुळें मनुष्यास कांहीं विकार होत नाहीं. जेथें वारा चांगला खेळत नाहीं, अशा ठिकाणीं जिवंत कोळशाच्या वाफेंत जे पुरुष असावधगिरीनें असतात, त्यांच्या अवस्थेवरून असें दिसून येतें, कीं कार्बानिक असिडग्यास हा मनुष्यास घातक आहे. एकदां असें झालें, कीं चुन्याच्या भट्टया शेजारीं हा ग्यास असतो, हें माहीत नसल्यामुळें पुष्कळ मनुष्यें निद्रा घेण्याकरितां त्यांजवळ पडलीं, तेव्हां थोड्याच वेळानें त्यांस जी निद्रा लागली ती कालनिद्रा लागली. हा ग्यास प्राणघ्न आहे व त्यानें ज्वाला विझते, ह्या गोष्टीची प्रचीति पाहाणें झाल्यास पात्रांत दिवा लावून त्यावर दुसऱ्या पात्रांत धरलेला कार्बानिक असिडग्यास ओतावा, ह्मणजे तत्काल दिवा जातो. एल, पोरटर वगैरे मद्यांस रुचि आणण्यास हाच ग्यास कारण आहे. हा त्या मद्यांवर फेसाच्या रूपानें असतो. विहिरी, झरे इत्यादिकांचें पाणी वाय्वावरणापासून कार्बानिक असिडग्यास शोषून घेतें, आणि अंशतः त्यामुळें त्याचे अंगीं गोडी येते. तापवलेल्या पाण्यांत हा ग्यास नसतो, त्यामुळें तें बेचव लागतें.

कार्बानिक असिड ग्यासाचे मुख्य मूल तत्वास कार्बान असें ह्मणतात. ह्याचे व जिवंत कोळशाचे बहुतकरून गुण सारखे आहेत. कार्बान उद्भिज कोटींतील व प्राणी कोटींतील बहुतेक पदार्थांत आहे. शुद्ध कार्बान हिऱ्यामध्यें मात्र सांपडतो. पाण्याचें गुरुत्व १ कल्पिलें तर हिऱ्याचें ३.५ भरतें. हिऱ्याचे अंगीं काठिण्य पराकाष्ठेचें आहे, ह्याकरितां हिरा झिजविणें झाल्यास दुसऱ्या हिऱ्यानेंच घांसावा लागतो. झिलई देणें झाल्यास तो हिऱ्याच्या बा-

रिक भुग्यानें घांसावा लागतो. आकसिजन ग्यासांत सूर्यकांत भिंगानें हिरा खूप तापविला असतां जळतो व तो जळत असतां लखलखीत तांबडा उजेड पडतो, आणि जिवंत कोळसा जाळला असतां जसा त्याच्या योगानें आकसिजनाचा कार्बानिक असिडग्यास होतो तसा हिरा जळून आकसिजनाचा कार्बानिक असिडग्यास होतो. ह्यावरून असें सिद्ध होतें, कीं कार्बानिक असिडग्यास हा जरी कोळसा जाळून काढला असला तरी हिरा जाळून काढला आहे, असें ह्मणण्यास चिंता नाहीं. असो, आतां एवढी गोष्ट सांगणें आवश्यक आहे, कीं जेथें जेथें कार्बानिक असिडग्यास आहे ह्मणून आपणास संशय येईल, तेथें तेथें मेणबती जळते किंवा नाहीं, हें प्रथमतः पाहून मग आपण जावें. एकादी खोल विहीर स्वच्छ करावयाची असली, तर प्रथमतः तींत एक मेणबत्ती पेटवून सोडावी, ती न विझली तर विहिरींत जाण्यास चिंता नाहीं; पण ती विझली तर तींतील तो घातक कार्बानिकग्यास काढून टाकल्याशिवाय आंत जाऊं नये.

आपण ज्या वाय्वावरणांत श्वासोच्छ्वास करतों व राहतों, त्यास उत्पन्न करणारीं ह्या प्रकारचीं तीन तत्वें आहेत. एवढ्यावरून आपण असें मनांत आणूं नये, कीं वायुघटक जीं तत्वें आहेत तीं व तीं ज्या मानानें मिश्रित झालीं आहेत तें मान हींच काय तीं प्राणीमात्राचे अंगीं जीवन व बळ राखण्यास योग्य आहेत; तर आपण असें समजावें, कीं ह्या लोकांच्या प्राण्याचें ऐशीं किंवा शंभर वर्षेंपर्यंत जीवन चालण्यास मात्र हीं यथायोग्य आहेत. आतां ही गोष्ट तिळमात्रसुद्धां असंभवी दिसत नाहीं, कीं वाय्वावरणांत नैत्रो-

जन ग्यासाचा अंश विशेष आहे, ह्यामुळें ह्या लोकचे प्राण्यांचें जीवन कांहीं एक कालापुढें चालत नाहीं. आकजिजन ग्यासाचें मान वाढवून त्याचें इतर ग्यासांशीं संमिश्रण केलें असतां व सृष्टीच्या इतर तत्वांच्या गुणांत किंचित् न्यूनाधिक भाव केला असतां मनुष्यांचें व जनावरांचेंही आयुष्य हजारों वर्षांचें होईल, व ते निरंतर आनंदांत रहातील व त्यांचे अंगीं पुष्कळ बळ येईल. प्रस्तुत कालीं ह्या जगांत सर्वत्र सुधारणुकी होऊं लागल्या आहेत; त्या होऊन जर पृथ्वीवरील घाणेऱ्या पाण्याचीं डबकीं उपसलीं जातील; **न्यूहालंड, अमेरिका** व एशिया खंड ह्यांतील सर्व घोर अरण्यें तोडलीं जाऊन त्यांत जर सूर्यकिरण पडतील; व जर आफ्रिका खंडांतील वैराणें मनुष्यें आपल्या प्रयत्नानें लागवडी जोगीं करतील. सारांश, जर ह्या पृथ्वीवर सर्वत्र लागवड होईल, तर देशोदेशची हवा नीट होऊन हल्लीं तुफानाबरोबर रोगबीजें येऊन ज्या साती उठतात त्या कमी होतील, वातावरण निर्दोष होईल, आणि तेणेंकरून मनुष्यांचें आयुष्य कदाचित् दोनशें वर्षेंपर्यंत देखील वाढेल.

मनुष्यांची वर्तणूक जर सुधारली, तर ह्या वर सांगितलेल्या सर्व गोष्टी होण्यासारख्या आहेत. हेवा व स्वहितदृष्टि हीं जर समूल नाहींशीं करतां येतील, जनहितेच्छा व एकी ह्यांविषयीं जर मनुष्यांचे मनांत उत्तेजन येईल, व सर्व मनुष्यें जर ह्या जगांतील सुखें वाढविण्यास एकमतानें झटतील, तर यमसदनभूत जी ही हल्लीं पृथ्वी आहे, ती स्वर्गरूप होण्यास कांहीं उशीर लागणार नाहीं; पण काय करावें एतद्विरुद्ध भाव व आचार ह्यांचा सर्वत्र प्रचार पडला आहे. मनुष्यांची नीति व आचार हीं शुद्ध होत

तो तोंपर्यंत, सर्व लोक सद्धर्म स्वीकारून त्याच्या नियमानुसारें आचरणाचा सर्वत्र प्रचार पाडीत तोंपर्यंत, व परोपकार बुद्धि व जनप्रीति हे गुण मनुष्यांचे अंतःकरणांत प्रतिबिंबित होत तोंपर्यंत, विद्या व कलाकौशल्य ह्यांचा विजातीय उदय होईल अशी अशा करवत नाहीं.

आपण ज्या पृथ्वीवर रहातों तिलाच वाय्वावरण आहे, असें नाहीं. वेधकरून पहातां असें दृष्टीस पडतें, कीं मंगळ शुक्र आणि बृहस्पति ह्यांसही वाय्वावरण निरनिराळें असावें, परंतु त्यांच्या व पृथ्वीच्या वाय्वावरणांच्या गुणांत भेद असावा. आपल्या वाय्वावरणांत असे गुण आहेत, कीं तेणेंकरून त्यांत रहाणाऱ्यांची शंभर वर्षेंपर्यंत वाचण्याची योग्यता आहे. कदाचित् दुसऱ्या ग्रहांच्या वाय्वावरणांत असे गुण असतील, कीं तेणेंकरून तेथील लोक अजरामर व आनंदवृत्ति राहावे. कारण हें सर्व कार्य आपल्या वाय्यावरणाच्या जनकतत्वांपासूनच घडावयाजोगें आहे. एवढेंच पाहिजे, कीं त्यांचीं मानें मात्र निराळीं असावीं. नैत्रस आक्सैदाचे गुण मागें सांगितले, त्यांवरून उघडच दिसतें, कीं ग्यासांचें निरनिराळ्या मानानें संमिश्रण केलें असतां काय काय चमत्कारिक परिणाम घडतील हें सांगवत नाहीं. ही गोष्ट कांहीं असंभाव्य नाहीं, कीं ह्या ब्रह्मांडांतील प्रत्येक लोकींचें वाय्वावरण तेथील राहाणाऱ्यांच्या देहप्रकृतीस अनुगुण होईल अशा रीतीनें येथील वायूच्या तत्वांचेंच संमिश्रण करून केलेलें आहे. आपल्या दृष्टीस पडतें, कीं परमेश्वर लाखोलाख चमत्कारिक कार्यें उत्पन्न करण्यास पराकाष्ठेचे जे स्वल्प उपाय तेच योजितो! बघा, पृथ्वीवर ज्या साठ हजार वनस्पतींच्या जाति आहेत, त्यांच्यामध्यें जे ना-

नाप्रकारचे आकार व रंग दृष्टीस पडतात ते, व ह्याशिवाय पृथ्वीवर जे काय नानाप्रकारचे चमत्कार दृष्टीस पडतात ते, हे सर्व, अग्नि, उजेड, पाणी, वायु, आणि कारबान ह्या एवढ्या साऱ्या पदार्थांपासून उत्पन्न होतात.

प्रकरण ८.

वाय्वावरणामुळें सृष्टींत जीं जीं हितकारक कृत्यें घडतात त्यांचा विचार.

ह्या विषयाचें पुर्तेपणीं वर्णन करूं लागल्यास हजारों ग्रंथ होतील इतका हा विषय मोठा आहे, ह्याकरितां साधारण रीतीनें ह्यांतील मोठमोठ्या गोष्टींचें मात्र वर्णन करतों.

१ प्रथम, वनस्पतींस मोड फुटण्यास व त्या वाढण्यास वायु आवश्यक आहे, ह्याकरितां त्यांचें सौंदर्य वायूवरच आहे हें स्पष्ट आहे. अनुभव पहातां असें आढळतें, कीं प्राण्यांचें जीवनास जितकी वायूची आवश्यकता आहे, तीहून वनस्पतींच्या जीवनास कमी आहे असें नाहीं. वनस्पति निर्वात जागेत ठेविल्यावर प्राण्यांप्रमाणेंच त्या मरतात. वृक्षास मोड आल्यापासून तो मरे तोंपर्यंत सर्वकाळ त्याला वायूची आवश्यकता आहेच. प्राण्यांचें जें काम फुपुसांपासून घडतें त्यासारखेंच झाडांचें काम पानांपासून घडतें. पानें दिवसास वातावरणांतून कार्बानिक आसीडग्यास शोषून घेतात, व रात्रीं आकसिजनग्यास घेतात. हा प्रकार त्यांच्या वाढीविषयीं व पोषणाविषयीं अत्यंत आवश्यक आहे. झाडांचा हिरवा रंग मुख्यत्वेंकरून प्रकाशापासून उत्पन्न होतो; पण तो देखील आकसिजन ग्यासाच्या साहाय्यावां-

चून परिपूर्ण होत नाहीं. झाडांचीं पानें पाण्यांत बुडवून उन्हांत ठेविलीं असतां त्यांपासून आकसिजनग्यास निघतो. डाकतर **प्रीस्टली** साहेब, दूषित झालेला वायु शुद्ध करीत असतां त्यास असें अढळलें, कीं हें काम वनस्पतींच्या योगानें उत्तम घडतें. त्यानें थोडासा वायु धरून त्यांत उंदीर ठेवून ते मरूं दिले, तेणेंकरून तो वायु दूषित झाला, तेव्हां त्यानें त्याचे दोन विभाग दोन पात्रांत केले आणि त्यांपैकीं एक पात्र पाण्यांत उपडें घालून त्यांत एक पुदाण्याचें रोप ठेविलें, पुढें आठा दिवसांनीं पाहिलें तों तो वायु शुद्ध झाला. कारण त्यांत उंदीर सोडिला तो सुखानें वांचला. नंतर ज्यांतील वायु पुदाण्याचें रोप घालून शुद्ध केला नव्हता त्या दुसऱ्या पात्रांत तोच उंदीर सोडिला तो तत्काळ मरून गेला. कांहीं कांहीं गोष्टींवरून असेंही सिद्ध झालें आहे, कीं वनस्पति उत्पन्न होण्यास मुख्यत्वेंकरून तीन तत्वें मात्र आवश्यक आहेत. कार्बान, आकसिजन आणि हैड्रोजन. ह्या तत्वांचें भिन्न भिन्न मानानें संमिश्रण होऊन सर्व वानस्पत्य पदार्थ उत्पन्न होतात.

ह्याकरितां शेतांत व बागेंत जे धान्य फळ पुष्पादिक पदार्थ उत्पन्न होतात, त्यांबद्दल व नानाप्रकारच्या चित्रविचित्र वनस्पतींनीं भूमि आच्छादित होऊन आपणांस जे चमत्कार पहावयास सांपडतात त्यांबद्दल आपण वातावरणाचें ऋणी आहों. ही तर गोष्ट खरीच, कीं वनस्पति उत्पन्न होण्यास पाण्याची मुख्यत्वेंकरून आवश्यकता आहे, पण पाणी ह्मणजे तरी काय आहे? आकसिजन आणि हैड्रोजन ह्या दोन ग्यासांचें कांहीं एक मानानें केलेलें संमिश्रण. दुसरी अशी एक गोष्ट आढळली आहे, कीं वनस्पतींचे

आंगीं पाण्याचें पृथक्करण करण्याची शक्ति आहे. त्या त्याचें पृथक्करण करून कांहीं आक्सिजन टाकतात व कांहीं हैड्रोजन शोषून घेतात. वायूच्या प्रसरणशक्तीपासून वनस्पतींस मोठा उपयोग घडतो; वनस्पतींच्या वाहीनींत जो वायू असतो तो उष्णता वाढल्यानें प्रसृत होतो व उष्णता कमी झाल्यानें संकुचित होतो, तेणेंकरून वनस्पतींच्या रसवाहिनी एकदां विस्तृत होतात व एकदां दाबल्या जातात. ह्या रीतीनें झाडांच्या आंतील रसाची गति निरंतर चालू राहाते. वनस्पतींच्या वाढीला वायूचा भारही कारण आहे, असा आलीकडे शोध लागला आहे. ह्या शोधावरून उंच उंच डोंगरांवर झाडें कां वाढत नाहींत, याचेंही एक कारण आपल्या लक्षांत येतें.

२. आतां पाणी आपणास ज्या स्थितींत आढळतें ती त्याची स्थिति राखण्यास वायूचा भारच कारण आहे. मनुष्याच्या व इतर प्राण्यांच्या सुखाला पाण्यासारखें दुसरें कोणतेंही साधन नाहीं. बहुतेक सर्व कलाकौशल्याचे कारखाने पाण्याच्या आधीन आहेत. पाणी नसतें तर ह्या भूगोलाचें ओसाड रान होऊन गेलें असतें. ह्मणून पाणी हा पदार्थ पृथ्वीवर परम उपयोगी आहे; पण जरका वायू नसता तर थोड्याच उष्णतेनें त्यास कढ येऊन तें वाफेच्या रूपानें निघून गेलें असतें; तळापर्यंत समुद्र शोषून जाता; नद्या वाहतांना बंद पडत्या, सर्व झरें कोरडे पडतें, आणि ह्या रीतीनें प्राणिमात्रास व वनस्पतींस अत्यावश्यक जो जीवनरस तो सर्व पृथ्वींत नाहींसा होता. हे परिणाम खचीत झाले असते अशी सिद्धता करण्यास नानाप्रकारच्या युक्ति आहेत. लांब गळ्याच्या शिशांत आ-

धणाचें पाणी तोंडोतोंड भरून गुडदी बसविली आणि तो शिसा थंड पाण्यांत ठेविला, तर तो निवूं लागला ह्मणजे त्यांतील पाणी खालीं बसतें आणि तेणेंकरून शिशाच्या तोंडाशीं थोडीशी निर्वात जागा होते. नंतर पुनः पाण्याला उकळ्या येऊं लागतात. हा कड उत्पन्न होण्यास दुसरें कांहीं कारण नाहीं, गुडदी बसविल्यानें पाण्यावर वातावरणाचा भार नाहींसा झाला एवढेंच निमित्त आहे. थोडें गरम केलेलें पाणी वाताकर्षक यंत्रांत ठेविलें, तर त्यालाही ह्याप्रमाणेंच उकळ्या फुटतात. सामान्यतः पाण्याला उकळी आणावयास दोनशें बारा अंश उष्णता द्यावी लागते; पण वाताकर्षक यंत्रांत तें ठेविलें तर उकळी फुटण्याविषयीं त्याला सदुसष्ट अंश उष्णता पुरे होते. **पल्सग्लास** ह्मणून एक नाडीपरिक्षक यंत्र आहे, त्यापासून जो चमत्कार दृष्टीस पडतो तो सर्व वातावरणमूलकच आहे. ह्या यंत्राला दोन गोलक असतात. प्रथमतः यंत्राची नळी द्राक्षासवाच्या अर्कानें अर्धी भरून नंतर तिजमधील वायू काढून टाकून तिचें रसायन क्रियेनें तोंड बंद केलेलें असतें. ह्या यंत्राचें गोलकांस हात लाविला ह्मणजे हाताच्या उष्णतेनें आंतील अर्काला उकळ्या येतात. आधण आलेलें पाणी भांड्यांतून रहातें, ह्यास वायूचाच दाब कारण आहे. जर हा दाब नसता तर तें पाणी पसरून वाफेच्या रूपानें भांड्यांतून निघून जातें.

२ ज्वाला होण्यास व विस्तवानें पदार्थ जळण्यास वायूच कारण आहे. कितीही उष्ण देश असला तरी तेथें देखील मनुष्याला विस्तवाची गरज आहेच. रानांत रहाणाऱ्या लोकांस विस्तवाच्या योगानें रानांतील हिंस्रपशूंस

भय दाखवून आपल्या राहाण्याच्या जागेपासून पळवितां येतें. रक्तोपजीवी कीटक विस्तवाच्या योगानें हाकतां येतात. विस्तवानें अन्न शिजवितां येतें. धातूंचा रस करतां येतो, पाषाणाचें भिंग बनवितां येतें. लोखंडाच्या आंगीं मृदुता आणतां येते, पोलादाला पाणी देतां येतें आणि आपल्याला हवा तसतसा सर्व पदार्थांस आकार देतां येतो. ह्याप्रमाणें मनुष्यांस विस्तव आवश्यक व फार उपयोगी आहे, पण जर आकसिजन नसता तर अग्नीपासून ज्वाला उत्पन्न न होती व त्यानें पदार्थ न जळते. ह्या गोष्टीची प्रचीति पहाणें झाल्यास थोड्यांत आहे. एक पेटलेली मेणवती घेऊन ती वाताकर्षक यंत्राच्या हंडींत ठेवावी आणि हंडींतील वायू काढून टाकावा, ह्मणजे ती मेणवती तत्क्षणीं विझून जाते. ज्वलनक्रियेपासून वायूच्या घटकतत्वांचें पृथक्करण होतें आणि त्या घटकतत्वांपैकीं आकसिजन हा ज्वालाग्राही पदार्थांशीं मिश्र होतो, तेणेंकरून अग्नि दृश्यरूपानें बाहेर पडतो आणि चहूंकडे पसरतो, ह्याकरितां ज्या ठिकाणीं आकसिजन नाहीं त्या ठिकाणीं अत्यंत ज्वालाग्राही पदार्थांपासूनसुद्धां अग्नि किंवा ज्वाला उत्पन्न व्हावयाची नाहीं.

४ सर्व प्राण्यांचा श्वासोच्छ्वसन व्यापार चालला आहे, तो वाय्वावरणाच्याच आश्रयानें चालला आहे. हा व्यापार ज्यांच्या योगानें घडतो त्यांस फुपुस असें ह्मणतात. फुपुस दोन आहेत. एक उजवा आणि एक डावा. उजव्या फुपुसांत तीन भाग आहेत, आणि डाव्यांत दोन आहेत. फुपुसांची अंतरगतरचना ह्मटली ह्मणजे तींत त्वचेचीं लहान असंख्यात घरें आहेत, त्या सर्वांचा परस्प-

तासांत ह्या घरांत बाराशें वेळां वायू भरून तो पुनः बाहेर पडतो आणि आपण एका अवरांत ४८ हजार घनइंच वायु नाहींसा करतो.

श्वासोच्छ्वसनाचे मुख्य उपयोग, रक्त आणि वायु ह्यांचा संबंध करणें, रक्तांत कांहीं फेरफार करणें व देहांत उष्णता आणणें हे आहेत. ह्याकरितां जशा रीतीनें पुष्कळ वायु व पुष्कळ दुष्ट रक्त ह्यांचा संबंध होईल तशा रीतीनें फुपुसांची रचना केली आहे. डाकतर **हेलस** साहेबानें अशी आटकळ केली, कीं फुपुसांच्या प्रत्येक वातरंध्राचा व्यास एक शतांश इंच आहे आणि सर्व छिद्रांचें एकंदर क्षेत्रफळ सुमारें दीड हजार चौरस इंचांवर आहे. डाकतर **मनरो** साहेबाचें मत आहे कीं, हें क्षेत्रफळ मनुष्याच्या शरीराच्या क्षेत्रफळाच्या तीसपट आहे.

तऱ्हतऱ्हेचे योग करून परीक्षा पहातां असें आढळतें, कीं फुपुसांच्या योगानें वायूपासून रक्तास आकसिजनग्यास प्राप्त होतो आणि त्यामुळेंच रक्ताचा तांबडा रंग होतो. जेव्हां रक्त हृदयापासून फुपुसाकडे येतें तेव्हां त्याचा रंग काळसर असतो; परंतु तेथें आलें ह्मणजे तें हैड्रोजन व कार्बान ह्यांस टाकून वाय्वावरण संबंधी वायूपासून आकसिजनग्यास शोषून घेतें, तेणेंकरून त्याचा काळसर रंग जाऊन तांबडा रंग येतो. ह्याप्रमाणें रक्ताला प्रतिक्षणीं वायूचा आश्रय लागतो. तो नसेल तर हृत्कमल उडतां-

ना राहून शरीरांतील पातळ पदार्थ अचळ रहातील आणि शरीर निश्चेष्ट व अचेतन होऊन जाईल.

डाकतर **स्मिथ** साहेबानें आलीकडे कांहीं योग करून पाहिले, त्यांवरून असें सिद्ध झालें आहे, कीं फुपुसांत सामान्यतः बारा पिंट वायु निरंतर असतो. २ दर स्वासास एक पिंट वायु फुपुसांत नवा येतो. ३ दर उच्छ्वासास एक पिंटापेक्षां कांहीं कमी वायु बाहेर पडतो. ४ दर स्वासास फुपुसांत जो वायु येतो त्याच्या चवथ्या हिस्याचें मात्र हृत्कमलाच्या एका व्यापारानें पृथक्करण होतें. व हें होण्यास एका सेकंडाचे पांच षष्ठांश लागतात. ५ रक्त सर्व शरीरांतून फिरून पुनः हृत्कमलापाशीं येण्यास एकशें साठ सेकंड लागतात. इतक्याच वेळांत फुपुसांतील सर्व वायूचें पृथक्करण होतें; व रक्ताच्या एका फेऱ्याला आठ मिनिटें लागतात, यास्तव सर्व दिवसांत रक्ताच्या चारशें पन्नास फेऱ्या होतात. ६ हृत्कमलाच्या एका व्यापाराबरोबर फुपुसांत वायुसंस्कार होण्याकरितां जें रक्त येतें, तें दोन अंश असतें, आणि त्यावर वायूचा संस्कार घडावयास एक सेकंदापेक्षां किंचित् कमी काळ लागतो. ७ वयांत आलेल्या मनुष्याचे शरीरांत वीस पिंट रक्त असतें. ८ चोवीस तासांत चोवीस हगजेड रक्त आकसिजनाचा संस्कार होण्यास फुपुसांकडे जातें. ९ वायु व रक्त ह्यांचा चोवीस तासांत परस्परांवर व्यापार होऊन वायूपैकीं तीनशें अठ्ठावीस अंश आकसिजनग्यास जातो आणि रक्तापैकीं दाहा अंस कार्बान जातो.

वाय्वावरणाच्या आश्रयानें घडणारे श्वसनक्रियेचे आश्चर्यकारक व्यापार ह्याप्रमाणें आहेत. रक्ताचा प्रसार

शेंकडों फूट असून त्याजवर वायूचा संस्कार घडत आहे, व त्या वायूचा प्रसार तरी रक्ताच्या प्रसारापेक्षां अधिक आहे. आणि असें असतां तीं दोन्हीं द्रव्यें कांहीं एक इंच जागेंत संकुचित होऊन राहिलीं आहेत. त्यास हा विचार मनांत आणिला असतां ईश्वराच्या अलौकिक चातुर्याचें आपणास आश्चर्य वाटल्यावांचून राहाणार नाहीं. ईश्वराच्या कामाचा अत्यंत सूक्ष्म भाग जरी बघितला, तरी त्यांत देखील अमर्याद चातुर्य व कृपा हीं दृष्टीस पडतात. मनुष्य, पशू इत्यादिक भूचरप्राणी हेच वातावरणाच्या आश्रयानें वांचतात असें नाहीं, तर मत्स्यकच्छादिक जलचर देखील त्याच्या आश्रयावांचून वांचत नाहींत. प्रत्येक जातीच्या माशाच्या पोटांत एक वाताशय असतो, त्याच्या साहाय्यानें तो वाटेल तेव्हां तळाशीं जातो व वाटेल तेव्हां वर येतो. माश्यांचे कल्ले हेच त्यांचे फुपुस होत. ते कल्ले, पिसाच्या पराप्रमाणें तंतु जुळून केलेले आहेत. सुक्ष्मदर्शक यंत्रानें पाहिलें असतां दिसतें, कीं त्यांवर जाळ्यासारिख्या रक्तवाहिन्या पसरलेल्या आहेत. ह्या रक्तवाहिन्यांचें चर्म फारच पातळ असतें; त्यांतून वायूचा संस्कार रक्तावर घडतो. मासा पाण्यांतून बाहेर काढिला असतां त्याचें श्वसन बंद होतें, ह्याचें कारण असें आहे, कीं त्याच्या कल्ल्यांचे तंतु एकमेकांवर पडून चिकटून जातात, ते वायूनें सुटत नाहींत. पाण्यांतील वायु नाहींसा केला असतां आंतील मासे तत्काळ मरण पावतात.

वाफेचा कारखाना वाय्वावरणांत चालला आहे व त्यांतच ढग, पाऊस व दंव हीं उत्पन्न होतात. सूर्याचा ताप व दुसरीं कांहीं कारणें ह्यांच्या योगानें पुष्कळ द्रव्यांश

वाफेच्या रूपें अंतरिक्षांत जातो. आणि तेथें गेल्यावर इतका विस्तृत होतो, कीं त्याला तेथें रहाण्यास एथच्या पेक्षां चवदाशेंपट मोठी जागा लागते. ह्या गोष्टीविषयीं शोध करतां, असें आढळलें आहे, कीं उन्हाळ्याच्या दिवसांत एक एकर प्रदेशावरून सोळाशें ग्यालन पाणी वाफेच्या रूपानें १२ तासांत उडून जातें. आणि ह्या मानानें समुद्रांतून पाणी वाफेच्या रूपानें जाऊन वाय्वावरणांत दरवर्षास सुमारें चाळीस हजार घन मैलां इतकें जमतें. हें इतकें बाष्परूप पाणी कधीं अदृश्य रूपानें व कधीं मेघरूपानें वाऱ्यांच्या योगानें समुद्र व जमीन ह्यांच्या नाना प्रदेशांवरून भ्रमण करतें. नंतर ह्या पाण्याचे घट्ट मेघ बनून ते पृथ्वीवर वर्षाव करून जमीन सुपीक करतात. कांहीं समुद्रावरच कोसळतात व कांहीं पर्वतावर वृष्टि करतात, तेणेंकरून पाणी नद्यांचे द्वारें पहिल्यानें मुख्यत्वेंकरून जेथून वाफ उत्पन्न होते तेथें जातें. ह्याप्रमाणें वाय्वावरणमार्गानें होणारें हें जलाभिसरण भूलोकसंबंधी सृष्टिव्यापारांत परम उपयोगाचें आहे; ह्याच्या योगानें निरनिराळ्या देशांतील जमिनीस फलद्रूपता येऊन मनुष्यास व इतर प्राण्यांस अन्न व सुख हीं प्राप्त होतात, आणि येणेंकरून परमेश्वराचें चातुर्य व औपकारिक बुद्धि हीं किती अमर्याद आहेत ह्याचा आपणांस अनुगम होतो. आतां येथें ही गोष्ट उघडच आहे, कीं वाय्वावरणाच्या आधारावांचून हीं कल्याणास्पद कृत्यें कधीं चाललीं नसतीं, आणि तेणेंकरून सूर्याच्या तापामुळें ही पृथ्वी करपून तिचें ओसाड वैराण झालें असतें. वस्त्रें धुतलीं असतां वाळतात व रस्ते भिजून चिंब झाले असतां सुकतात. तर ह्याचें कारण असें आहे, कीं वस्त्रांतील व रस्त्यांतील पाणी वाफे-

च्या रूपानें निघून जातें, तेणेंकरून वस्त्रें व रस्ते कोरडे होतात. असें झालें नसतें तर नानाप्रकारच्या गैर सोई प्राप्त होत्या आणि पृथ्वीवर सुख ह्मणून न रहातें.

वातावरणाच्या घनतेमुळें मेघांचे आंगीं वायूंत तरण्याची शक्ति आली व पक्ष्यांस एके जागेवरून दुसरे जागेवर सुखानें उडून जाण्याचें सामर्थ्य आलें. पृथ्वीपाशीं आतां जी वायूची घनता आहे, ती कमी असती तर ढग पृथ्वीला अगदीं लागून रहाते, तेणेंकरून पृथ्वीवर अंधार होता, दुरचे पदार्थ आपणांस दिसले नसते, व पक्ष्यांस उंच झाडांच्या शेंड्यावर उडून बसण्याचें सामर्थ्य राहिलें नसतें. ह्या गोष्टींविषयीं थोडें प्रमाण आहे, तें सांगतों— सन १८०४ चे सालीं **सेन्ट पीटर्सबर्ग** शहरांतून मिस्तर रा**बर्टसन** साहेब विमानांत बसून उंच गेला होता, त्यानें असें सांगितलें, कीं मी आपणा बरोबर कांहीं खबूतरें नेलीं होतीं आणि तीं निरनिराळ्या जागेवरून सोडून दिलीं; परंतु उडतानां तीं बिचारीं घाबरलीं, विमान सोडीतना. तेव्हां विचार करून पाहिलें तों असें दिसलें, कीं तीं उगीच भितात असें नाहीं, तर वायूच्या वैरल्यामुळें त्यांस उडतां येत नाहीं, शेवटीं त्यांस लोटून दिलें. प्रथम खबूतर लोटतांच तें विमान आटोपण्यास धडपडूं लागलें; परंतु व्यर्थ. दुसरें त्याहून उंचून सोडलें, तर दगडासारखें धाडकर जमिनीकडे गेलें. तें बहुतकरून जमिनीवर जीवंत पोंचलें नसेल. आतां असें घडण्याचें कारण उघडच आहे, कीं ज्या प्रदेशीं विमान चढून गेलें होतें, तेथील वायु फारच पातळ होता.

७ वाय्वावरणामध्येंच वारे उत्पन्न होतात; वाऱ्याच्या योगानें सृष्टींतील मोठमोठालीं कामें चाललीं आहेत. वा-

प्यावरणाचे गतिविशिष्ट जे भाग तेच वारे होत. वारे मोठ्या झपाट्यानें वाहूं लागले असतां आपणांस भय वाटतें व ते कधीं कधीं समुद्रावर व जमिनीवर आपला नाश करतात; परंतु सामान्यतः विचार केला असतां असें दिसतें, कीं त्यांचा ह्या सृष्टींत फार उपयोग आहे, व त्यांची मनुष्यास अत्यंत आवश्यकता आहे. साचलेलें पाणी, नाले, व मोऱ्या, इत्यादिकांपासून उत्पन्न होणाऱ्या दुष्ट वाफेला ते नाहींशी करतात. फार दाट वस्तीच्या शहरांतील रस्त्यावरील हवा ते निर्दोष राखून माहामार्यादि रोगांच्या साती बंद करतात; नानाप्रकारच्या वनस्पतींचें बीं जागोजागीं नेतात; उन्हाळ्याच्या गर्मीनें क्लांत झालेल्या वाटसरांस ते शांत करतात; पवनचक्कीला ते गति देतात, तारवें परतीरास तेच नेतात. ह्याप्रमाणें हे वारे उपयोगी आहेत. आतां पहा कीं वारे बंद झाले, तर ह्या जगांत केवढा घोटाळा होईल. समुद्रयानानें दूर देशीं जाणें येणें आजपर्यंत चालत आलें, तें बंद होईल. तारवें समुद्रांत मधच्यामध्येंच रहातील. सूर्यकिरणामुळें ज्या ज्या जागेवरून वाफा उत्पन्न होतात, त्याच जागेवर त्या सर्वकाळ रहातील आणि तेणेंकरून ह्या पृथ्वीवर एका जागीं मेघ आल्यामुळें सूर्यकिरणांस अवरोध होऊन निरंतर अंधारच राहील, आणि दुसरे जागीं मेघ नाहींत, ह्यामुळें जमीन रखरखीत होऊन गवत देखील उगवणार नाहीं. एका देशांत पाण्याचा खडखडाट पडेल आणि दुसरे देशांत जळबंब होईल. सोनखत, उकिरडे, दलदली, इत्यादिकांची कुजट घाण जेथची तेथेंच राहून नानाप्रकारच्या रोगांचा उद्भव होऊन सर्व पृथ्वींतील लोक

एका मागून एक एक मरून जातील. ह्याप्रमाणें सर्वत्र अनर्थांशीं गांठ पडेल; परंतु आतां ते भयंकर परिणाम वाऱ्यांनीं बंद केले आहेत, सर्व देशावर वृष्टि होईल अशा रीतीनें मेघ वाटून दिले आहेत, आणि वाय्वावरण स्वच्छ ठेवलें आहे.

८ वायु सर्व गंधांचा वाहक आहे, त्याच्या योगानें आपणांस वास येऊन अन्नाचे गुणदोष समजतात, व सुवासिक वनस्पतींचा वास येऊन आपणांस आनंद होतो.

९ वायु हा शब्द वाहक आहे. रसनेंद्रिय, व दृगेंद्रिय ह्यां पैकीं कोणत्याही इंद्रियानें प्राप्त न होणारें असें नानाप्रकारचें ज्ञान व नानाप्रकारचा आनंद हीं आपणांस वायूच्या स्थितिस्थापकतारूप गुणामुळें व त्याच्या नागमोडी चलनामुळें प्राप्त होतात. घंटांच्या* पांचचार टोल्यांनीं वायूच्या नागमोडी चलनामुळें मनुष्यांस सुख व दुःख ह्यांची सूचना होते. आपण रस्त्यांतून कांहीं विचार करीत चालत असतां जर अकस्मात् मागून एकादा रथ किंवा गाडी आली, तर आपला प्राणसखा वायु दुरून आपणांस सूचना देतो, कीं संभाळ तुजवर मोठें भय आलें आहे. ही सूचना नसती तर गाडीखालीं तुडवून शेंकडों लोक मेले असते. कथा, पुराण ह्यांचें श्रवण केल्यापासून व हिताहित विचार ऐकल्यापासून जे आपणास लाभ होतात, ते सर्व वायूच्याच आश्रयानें प्राप्त होतात. अमुक ध्वनि अमुक अर्थाचा किंवा अमुक वस्तूचा सूचक अशा परंपरागत संकेताचा अवलंब करून मनुष्यें आपली जिव्हा व ओष्ठ ह्यांच्या संयोगापासून कांहीं एक तऱ्हेचा मुखांतून ध्वनि काढतात,

* घंटा वाजवून सुखदुःखें सुचविण्याचा इंग्लंड देशांत प्रचार आहे.

त्यावरून एकमेकांस एकमेकांचें मनोगत समजतें. ह्याविषयीं वायूचें सहाय नसतें तर सर्वत्र बधिरमूकांप्रमाणें व्यापार झाले असते. तस्मात् वायु हा लोकांस एकत्र राखण्यास कारण व स्वाभिप्राय दुसऱ्यास समजविण्यास द्वार आहे, असें ह्मटल्यास चालेल.

वायूमुळेंच आपणांस गायनाचीं व गानवाद्यांचीं सुखें उपभोगावयास सांपडतात. गायन ऐकल्यापासून जें सुख होतें, तें सुख फारच उत्कृष्ट आहे. गायनापासून श्रोत्रेंद्रिय मोहित होतें, सर्व मनोवृत्ति शांत होतात, आणि अंतःकरण वेधून जातें. तेणेंकरून मनाचें उदासीनत्व व शोक ह्यांचा नाश होतो. जेव्हां एखादा गवयी सुस्वर गाऊं लागतो, अथवा एखादा बजवय्या सारमंडळाच्या तारांवर आपलीं बोटें चाळवूं लागतो, किंवा सारंगीचा गज फिरवून एखादी गत वाजवूं लागतो, तेव्हां ते सर्व स्वर वायु ऐकणाराच्या कानांवर नेतो. अनेक वाद्यें वाजत असलीं व शेंकडों जण ऐकणारे बसले असले, तरी वायु सर्वांचे कानांवर एकसारखेच सर्व सूर नेतो, लहान मोठीं सर्व अवसानें समजवितो व प्रत्येक तान कानीं पाडतो. ह्याप्रमाणें वायु सर्व लोकांस आनंद देतो.

हे सर्व परिणाम वायुमूलक आहेत किंवा नाहींत ह्याची सिद्धता एकाच निर्णायक प्रमाणानें होते. ती अशी, कीं वाताकर्षक यंत्राच्या हंडींत एक घंटा टांगून वाजवावी ह्मणजे तिचा नाद कांहीं अंतरावरच्या नादासारखा व खोल ऐकूं येतो. आतां हंडींतील वायु काढून टाकिला आणि ती घंटा वाजविली, तर मनुष्य कितीही कानाचा तिखट असला, तरी त्याला देखील ऐकूं येण्याची भ्रांति पडते.

वातावरणाच्या उच्च प्रदेशीं निर्वात जागा आहे, असें नाहीं; पण वायु फार पातळ आहे ह्यामुळें तेथें देखील आवाज ऐकूं यावयास मुसकील पडते. **हंगरी** प्रांतांतील **फ्रेदलीच्यस** नामें गृहस्थानें असें सांगितलें आहे, कीं मी जेव्हां **कार्पेथियन** पर्वताच्या एके उंच शिखरावर होतों, तेव्हां एक पिस्तुल सोडलें तों त्याचा प्रारंभीं काठी मोडल्याप्रमाणें आवाज झाला,नंतर कांहीं वेळ पर्यंत पर्वताच्या खालच्या दऱ्यांतून गुण गुण ऐकूं येत होती. मग मी खालच्या दऱ्यांत येऊन पुनः तेंच पिस्तूल सोडिलें तों त्याचा आवाज मोठ्या तोफेसारिखा होऊन सर्व डोंगर माझ्या कानांत गिणगिणाट करितो आहे असें वाटलें. पिस्तूलाचा हा गडगडाट सुमारें पाव घटकापर्यंत चालला होता. सारांश, ह्या सर्व गोष्टींवरून हें सिद्ध होतें, कीं जेथें जेथें वायूची घनता अधिक तेथें तेथें त्याच्या स्थितिस्थापकतारूप गुण अधिक असतो आणि तो गुण आवाज वाढविण्याविषयीं अवश्य कारण आहे.

१० वाय्वावरण प्रकाशालाही कारण आहे. हें नाहींसें केलें तर सूर्य आपल्या दृष्टीस पडेल; परंतु दिवसाचा प्रकाश व चकचकाट हीं नाहींशीं होतील. सूर्याकडे पाहिलें तर आपणांस वाटेल, कीं आपण मोठ्या किट्ट काळोखांत धगधगीत विस्तव पाहत आहों. सकाळीं सूर्य आपणांस पूर्व क्षितीजीं एकाएकीं दिसेल आणि सर्व दिवसांत त्याचे रूपांत पालट न पडतां संध्याकाळीं अकस्मात् तो न दिसे असें होईल. आपल्या भोंवतालचे पदार्थ जे फार जवळ असतील ते मात्र थोडे थोडे दिसतील; परंतु जे दूर आहेत ते अगदीं दिसणार नाहींत. आपण सूर्याकडे पाठ-

केली, तर काळोखाशिवाय आपणास कांहींच दृष्टीस पडणार नाहीं. सूर्य वर असला तरी आकाश शिशवीच्या लांकडाप्रमाणें काळें किट्ट दिसेल आणि त्यांत तारे दिसतील; परंतु आतां ह्या भूमीवर प्रकाशापासून जी शोभा आहे ती नाहींशी होईल. असल्या स्थितीच्या रात्रींत व आतां आपण जी रात्र पाहतों, तींत हा भेद होईल, कीं हल्लीं आपण असमानी रंगाच्या आकाशांत जे तारे पाहतों ते तेव्हां काळ्या जाजमावर पांढरे ठिपके असल्याप्रमाणें दिसतील.

परमेश्वराची जी व्यवस्था आहे ती सर्व प्राण्यांच्या हितार्थ आहे, ह्याकरितां त्यानें वातावरण निर्माण करून त्याचे ठायीं अशी शक्ति ठेविली आहे, कीं तिणेंकरून सूर्यकिरण सर्व दिशांत प्रतिबिंबित होऊन परावर्तन पावतात. पृथ्वीवरील प्रत्येक प्रदेशावरून कोट्यावधि जे जलपरमाणु वाफेच्या रूपानें उडतात ते वाय्वावरणांत राहतात. उन्हाळ्यांत जेव्हां मेघ, धुकें वगैरे कांहीं एक दृष्टीस पडत नाहीं, तेव्हां अदृश्य असे जे पाण्याचे परमाणू ते वातावरणांत चहूंकडे पसरलेले असतात. त्यांत भूमीपासून वक्रीभूत सूर्यकिरण प्रतिबिंबित होऊन पुनः तेथून भूमीवर परावर्तन पावतात, ह्यामुळें असमानी रंगाची आकाशावर शोभा पडते. ह्या गोष्टीच्या दृढीकरणास एवढें सांगायाचें आहे, कीं भूपृष्ठापासून आपण जसजसें वर जाऊं लागतों तसतसें आकाश आपणांस अधिक अधिक काळें दिसूं लागतें. प्रवासी लोक सांगतात, कीं उंच उंच पर्वताच्या शिखरांवरून आकाश फार काळें दिसतें व त्यांत, येथून जितके तारे दिसतात त्यापेक्षां अधिक तारे दिसतात. आकाशगंगा स्वच्छ ज्योतिसारखी दिसते.

११ प्रातःकाळीं सूर्योदयाच्या पूर्वी व सायंकाळीं सूर्यास्तानंतर जो मंद प्रकाश असतो त्यासही वाय्वावरणच कारण आहे. ही गोष्ट आपल्या सर्वांच्या माहितीचीच आहे, कीं सकाळीं रात्रीचा अंधार एकाएकीं जाऊन प्रकाश पडत नाहीं, तर प्रकाश पडत पडत चांगला पडतो. प्रथमतः सूर्योदयाच्या आधीं सुमारें एक तास पूर्व क्षितिजापाशीं उजेडाची छटा मारते, तेव्हां आपण अरूणोदय झाला असें ह्मणतों. अरूणोदयाचा प्रकाश क्रमानें वृद्धिंगत होऊन शेवटीं जलतृण वृक्षादिक सकल पदार्थ अंधारांतून बाहेर पडतात. क्षितिज हिंगुळी रंगाचें दिसूं लागतें. पर्वतांचीं शिखरें जांबळीं दिसूं लागतात. मग शेवटीं सर्व पदार्थांच्या शोभेस कारणभूत जो तेजःपुंज सूर्य तो उदय पावतो. अहोरात्रवृत्तावरून सूर्य चालत असतां तो पश्चिमक्षितिजीं आला ह्मणजे, तेव्हांही एकाएकीं काळोख पडत नाहीं, थोडा थोडा पडत जातो. सूर्यास्त झाल्यावर कांहीं वेळपर्यंत झांजड असते.

झांझडीमुळें आपणांस जीं सुखें प्राप्त होतात तीं सर्व वाय्वावरणमूलक आहेत. कारण, कीं सकाळीं जेव्हां सूर्य क्षितिज्याच्या अठरा अंशांत येतो, तेव्हां वातावरणाच्या परमोच्च प्रदेशावर त्याचे किरण तिरकस पडतात. ते पुढें तसेच जावे ते न जातां किंचित् वक्र होऊन ते पृथ्वीकडे प्रतिफलित होतात. ह्यामुळें सूर्य पूर्व क्षितिजीं यावयाचे पूर्वी अगोदर कांहीं वेळपर्यंत उजेड पडतो. सूर्य क्षितिजावर आला ह्मणजे आपल्या दृष्टीस पडावा व संध्याकाळीं क्षितिजाचे खालीं जातां बरोबर दिसेनासा व्हावा, परंतु तसें न होतां तो क्षितिजावर यावयाचे पूर्वी व क्षितिजाखालीं गेल्या-

वरही कांहीं कालपर्यंत दृष्टीस पडतो आणि तेणेंकरून सर्व दिवसांतून साडेतेहतीस पळें दिनमान वाढून वर्षांत साडेतीन विषुवद्दिनाइतका काळ वाढतो. आतां आपण अरुणोदयींचा प्रकाश व सूर्यास्त झाल्यावरचा मंद प्रकाश हे दोन्ही मिळून मध्यम मानानें दोन तास धरिले, तर वर्षांत ६० विषुवद्दिनांइतका प्रकाशाचा काळ वाढतो. ह्या संध्याप्रकाशापासून ध्रुवाजवळच्या देशांतील लोकांस फार सुख होतें. **नोवा जेम्ला व ग्रीनलंड** एथील लोकांस सूर्य क्षितिजाखालीं असून त्याचा प्रकाश बत्तीस दिवसपर्यंत प्राप्त होतो व त्यांस संध्याप्रकाश पुष्कळच प्राप्त होतो. ह्याप्रमाणें वातावरणामुळें आपणांस सुखें होत आहेत. आतां पाहा, कीं जर हा संध्याप्रकाश न पडता तर काय परिणाम होते. सांगितलेलीं सुखें मात्र नाहींशीं होतीं असें नाहीं, तर अनेक अडचणी प्राप्त झाल्या असत्या. सूर्योदय होतांच जर एकाएकीं मध्यान्हासारखा लखलखीत प्रकाश पडता, तर डोळे दिपून आपण त्या तेजानें कदाचित् अंध झालों असतों. ह्याच रीतीनें दिवसाचा उजेड जाऊन अकस्मात् मध्यरात्रीसारखा काळोख पडता, तर तेणेंकरून प्राणिमात्र भयचकित झाले असते, वाटसरू वाटेने चालतां चालतां अवरुद्ध होऊन त्यास भयानें गांठिलें असतें, असें न व्हावें ह्मणून सूर्यकिरणांचें परावर्तन होऊन संध्याप्रकाश होण्याकरितां जी व्यवस्था ईश्वरानें केली आहे तिच्या योगानें त्याचें चातुर्य व चांगुलपणा हीं दिसून येतात. उदकाचे व वायूचे परमाणु हे आपणांस क्षुल्लक वाटतात; पण त्यांच्या योगानें ईश्वरानें चमत्कारच करून सोडला आहे. परमेश्वरानें हे परमाणु आपल्या (मनुष्यां-

ऱ्या) आसमंतात् भागीं मोठ्या चातुर्यानें व युक्तीनें पसरून दिले आहेत, ह्यामुळें सूर्य, चंद्र, नक्षत्रें इत्यादिकांचा प्रकाश आपल्या उपयोगीं पडत आहे. ह्याच अदृश्य परमाणूंकडून तो ज्यास पाहिजे त्यास शोभा आणतो; ते त्याच्या हातानें अक्षय शोभेस व सुखास मूळ होतात. ह्याच परमाणूंपासून त्यानें अरूणोदयींचा मंद प्रकाश उत्पन्न करून पुढें येणारा जो माध्यान्हींचा लखलखीत प्रकाश तो पहाण्याविषयीं आपल्या डोळ्यांस शक्ति दिली आहे. सूर्याच्यानें जी दिवसाची शोभा यावयाची नाहीं ती शोभा त्यानें ह्या परमाणूंपासून उत्पन्न केली आहे. प्राणिमात्राचें व वनस्पतींचें पोषणास अत्यावश्यक जी उष्णता ती त्यानें ह्या परमाणूंचे योगानें राखिली आहे. आपल्या आसमंतात् भागीं वेष्टून रहाणारें जें आकाशमंडल त्याला निळा रंग परमेश्वरानें ह्याच परमाणूंच्या योगानें आणला आहे. आकाशमंडलाचा रंग परमेश्वरानें काळा केला असता, परंतु काळा रंग उदास होय आणि तेणेंकरून सर्व सृष्टि उदास दिसती, ह्मणून तसें केलें नाहीं. तांबडा भडक रंग केला असता, तर त्यापासून डोळ्यांना त्रास उत्पन्न झाला असता. पांढरा सफेत केला असता तर त्याचे अंगीं चमक विशेष ह्यामुळें एक तर डोळ्यांना त्रास होता आणि दुसरें ग्रहनक्षत्रांचा प्रकाश निराळा दिसून येण्यास अडचण पडली असती. पिवळा केला असता, तर तो इतका गैर सोईचा झाला नसता; परंतु तो रंग अरूणोदयींच्या प्रकाशास दिला आहे, ह्याकारितां थोडीशी अडचण, हिरवा रंग केला असता, तर तो नेत्रांलाही सुखकारक झाला असता; परंतु परमेश्वरानें पृथ्वीला त्या रंगाचें आच्छादन घातलें आहे,

तेव्हां पृथ्वीचा रंग व आकाशाचा रंग ह्यांत भेद असल्या-वांचून पुरी शोभा दिसायाची नाहीं, ह्याकरितां जो नेत्रांस सुखदायक, दिसण्यासही उदास नव्हे, पृथ्वीचा जो रंग हिरवा त्याहून भिन्न व ग्रह नक्षत्रादिक तेजःपुंज गोल स्पष्ट दृष्टीस पडण्यास योग्य असा जो निळा रंग त्याचीच योजना केली.

सारांश, असल्या ह्या अदृश्य परमाणूंपासून असीं मोठ-मोठालीं कामें घडून यावीं ह्मणून जी ही चमत्कारिक व्यव-स्था केली आहे ती पाहून परमेश्वराचें चातुर्य व चांगुलप-णा अगाध आहे असें आपल्या लक्षांत आल्याशिवाय रहा-याचें नाहीं. आतां इतकेंही समजून जर कोणी परमेश्वराचे उपकार न मानील, तर त्याला कृतघ्नच ह्मटलें पाहिजे.

१२ वाय्वावरणाचे ठायीं पारदर्शकत्व आहे, त्यापासून आपणास कमी लाभ होतात असें नाहीं. आतां वायु ह्मणजे पूर्ण पारदर्शक आहे असें नाहीं, कारण कीं तसें असतें तर आकाशाचा निळा रंग त्यांत प्रतिबिंबित झाला नसता. खेरीज दूरच्या पर्वतांचीं शिखरें जांभळीं व अंधक दिसलीं नसतीं; परंतु त्याचे ठायीं इतकें पारदर्शकत्व आहे, कीं त्याच्या योगानें पृथ्वीवरील पदार्थ बऱ्याच अंतरावर असला, तरी तो स्पष्ट नजरेस पडतो. दीडशें मैलांवरील देखील पदार्थ वातावरणांतून दिसतात. दुर्बिणीनें वायूचे परमाणु मोठे होतात, तथापि तिच्यानें जे पदार्थ दाहा कोसांवर असतात, ते पांचशें हातांवर असल्याप्रमाणें दिसतात. वा-यूला यत्किंचित् जरी तांबडा, पिवळा, हिरवा अथवा दुसरा कोणताही रंग असता, तर रंगित भिंगाप्रमाणेंच वातावरणां-तून पाहिलेला पदार्थ त्या त्या रंगाचा दिसला असता. दू-

ग्गोचर होण्याइतके वायूचे परमाणु स्थूल असते आणि त्याचे अंगीं जें हल्लीं पारदर्शकत्व आहे तें कांहीं कमी असतें, तर त्यामुळें आपणास इतर पदार्थ स्पष्ट दृष्टीस पडतेना, आणि जसे अंधाराच्या खोलींत गवाक्षावाटें सूर्यकिरण पडले ह्मणजे धुरळा उडलेला दृष्टीस पडतो, त्याप्रमाणें निरंतर वायूचे परमाणू दृष्टीस पडते. परमेश्वरानें वायु अदृश्य केला आहे, ह्यामुळें दोन गोष्टी झाल्या आहेत, एक पृथ्वीवरील व आकाशांतील जीं जीं चमत्कारिक कृत्यें आहेत तीं आपल्या दृष्टीस पडतात, आणि दुसरें, आपणांस ज्यांचा कंटाळा येता असे जे ओंखटवाणी पदार्थ ते आपल्या दृष्टीवेगळे झाले आहेत. इतर पदार्थांप्रमाणें वायुही दृग्गोचर असता, तर पृथ्वीपासून व पाण्यापासून ज्या वाफा निघतात, त्या सहज दृग्गोचर झाल्या असत्या. धूर वर चढल्यावर तो सर्वकाळ तसाचा तसाच दृष्टीसमोर येऊन खगोल स्पष्ट दिसून येण्यास हरकत झाली असती. प्राण्यांच्या शरीरांतून व मोऱ्या, नाले, उकिरडे वगैरे ह्यां पासून निघणाऱ्या घाणेऱ्या वाफा आपणास पहाव्या लागत्या, आणि असें वाटतें कीं ह्या वाफांच्या योगानें आपणास उपद्रव होईलच होईल ह्याकरितां एथून जाऊन दूर जंगलांत जाऊन रहावें ह्याशिवाय परिणाम नाहीं. आतां ह्या वाफा अदृश्यत्वामुळें आपणास उपद्रव करतील, ह्याकरितां परमेश्वरानें ह्या दुष्ट वाफांचें ज्ञान होण्याकरितां आपणास घ्राणेंद्रिय दिलें आहे व त्या वाफा दूर करण्याकरितां वाऱ्याची योजना केली आहे. त्यामुळें वासानें रोगजनक वाफेचें ज्ञान होतें, व आपली रहाण्याची जागा मोकळ्या हवेंत असतां तेथें घाणेऱ्या वाफेला वारा राहूं देत नाहीं.

ह्या लोकीं आपण जीं सुखें उपभोगीत आहों त्यांविषयीं सर्वसृष्टिचालक जो परमेश्वर त्याचे उपकार मानण्याची बुद्धि आपले मनांत उत्पन्न व्हावी अशी इच्छा असल्यास आतां वर सांगितल्या ज्या गोष्टी ह्यांकडे वारंवार लक्ष देणें आपणांस आवश्यक आहे. आपण दिवसांचे दिवस, महिन्यांचे महिने फार काय वर्षांचीं वर्षें घालवितों; परंतु ज्या आश्चर्यकारक युक्तींनीं परमेश्वरानें आपणा मनुष्यांचें सुख साधलें आहे, व हें सर्व विश्व सुशोभित करून ठेविलें आहे त्या युक्ति चहूंकडे दृष्टीस पडत असतां आपण त्यांविषयीं विचार करीत नाहीं. जगप्रलयाविषयीं आपण कधीं मनांत आणीत नाहीं; ह्याकरतां आपणांस वाटतें, कीं, जगाची आतां जी स्थिति आहे, तीच सर्वकाळ चालेल ह्यांत कांहीं अन्यथा व्हावयाचें नाहीं; परंतु असें नाहीं. वातावरणाचा निर्माणकर्ता जो जगदीश त्याच्या मनांत आलें, कीं वायूच्या गुणांत कांहीं फेरफार करावा, त्याच्या अंगीं जी किरण वक्र करण्याची, व त्यांचें परावर्तन करण्याची शक्ति आहे, ती नाहींशी करावी व वायूस एखादा रंग देऊन त्यास दृग्गोचर करावें; तर लागलेंच ह्या जगाचें रूप बदलेल, शोभा नाहींशी होईल, आणि कोट्यावधि प्राण्यांस सुख व आनंद ह्यांस देणारें जें हें जग तेंच अंधकारानें व्याप्त होऊन विपत्तीचें घोर अरण्य होईल.

१२ इतर प्रवाही द्रव्याप्रमाणें वायुही गोठून जाता, तर मोठेच भयंकर परिणाम झाले असते. आपल्या माहितीचे जितके पातळ पदार्थ आहेत तितके सर्व थिजून जातात. द्राक्षासवाचा अर्क थंडीविषयीं मोठा धगड आणि ह्याकरितांच त्याची थर्मामेटर (ह्मणजे उष्णता मायक यंत्र) ह्यांत

योजना करतात; परंतु त्याला देखील ध्रुववृत्तांतर्गत देशां-
तील शीतानें थिजण्याचें भय आहेच. पारा स्वभावतः पा-
तळ आहे; पण तो देखील थंडीनें थिजून जाऊन शिशाप्र-
माणें हतोड्यानें ठोकावयाजोगा होतो. फार तर काय, कांहीं
कांहीं ग्यास देखील थंडीनें थिजून जातात. म्युरियाटिक
आसिड आकसिजनाशीं मिश्र झालें, ह्मणजे तें जितक्या
थंडीनें पाणी थिजतें तितक्याच थंडीनें थिजतें. कोणता-
ही ग्यास असो, इतर द्रव्याच्या संयोगेंकरून त्याची स्थिति-
स्थापकता नाहींशी केली, तर तो थंडीनें थिजून जातो.
अमोनियकलग्यास व कार्बानिक असिडग्यास द्रव्यांतरानें
संयुक्त केले असतां थिजून जातात. आकसिजनग्यास व
हैड्रोजनग्यास ह्यांच्या संमिश्रणापासून पाणी उत्पन्न होतें,
आणि तेंही थिजून जातें. ह्याप्रमाणें पातळ ह्मणून जितके
पदार्थ आहेत, तितके सर्व थिजून जातात, असें असतां फुपु-
सावाटें आपण जो वायु ओढून घेतों तो कधींही थिजून
जात नाहीं हें कसें? परमेश्वर इच्छेवांचून ह्याला दुसरें
कांहीं कारण दिसत नाहीं. वायूचे घटक जे ग्यास ह्यांचे
सर्व गुण व त्यांच्या संयोगाची रीति हीं जर आपणांस पुर्ते-
पणीं समजलीं, तर वायु कां थिजत नाहीं ह्याचें कारण
कदाचित् कळेल; परंतु असें तरी कां असावें असें ह्मटलें
असतां ईश्वर इच्छेशिवाय दुसरें समाधान नाहीं. असो,
सारांश पाण्याच्या वाफा अंतरिक्षांत असतात, त्या थिजून
जशा गारा होतात तशाच रीतीनें वाय्वावरणाचा एखादा
प्रांत थिजून जाता, तर अनर्थांशीं गाठ पडती, आणि जर-
का सर्व वाय्वावरण थिजतें, तर प्राणिमात्राची दशा होऊन
ह्या पृथ्वीचें जें इतकें सौंदर्य दिसत आहे तें नष्ट होतें.

ह्या सृष्टियंत्रांतील प्रत्येक भागाचा परस्पर असा कांहीं संबंध आहे व त्यांची अशी कांहीं बेतानें रचना केली आहे, कीं जरकरितां त्यांतील एखादें लहानसें चक्र अथवा खिळा कमी अगर अव्यवस्थित होईल तर सर्व सृष्टीचा कारखाना एकदम बंद पडेल, परंतु परमेश्वराची ह्या यंत्रावर नजर आहे, तो दरएक चक्राच्या गतीवर लक्ष देतो, आणि तेणें-करून प्रत्येक तत्व आपआपल्या स्थितींत राखून प्राणिमा-त्राचें कल्याण व्हावें ह्या उद्देशेंकरून योजिलेले आपले सर्व बेत सिद्धीस नेतो.

आतां आह्मी शेवटीं ही गोष्ट सांगणार, कीं मनुष्यानें वायूवर आपला कांहीं अम्मल बसविला आहे. तो आपल्या सुखाकरितां त्याला नानाप्रकारचीं कामें करावयास लावतो, मनुष्य वायूकडून अलगुजें, मुरली, तुताऱ्या, व शिंगें वाज-वितो; विणा, सारंगी, सारमंडळ, ह्यांतून तऱ्हेतऱ्हेचे सूर काढवितो; धान्य दळून पीठ करवितो; भट्टी फुंकवितो, खोल खोल खाणींतील पाणी उडवून टाकवितो; घराला आग लागली असतां ती विझवितो; आणि आपल्या यंत्रा-च्या कारखान्यांतील नायकाचें काम त्याला देऊन त्याच्या जोरावर नानाप्रकारचीं चक्रें व खिळे लावून आपलें काम चालवितो. माग सूत कांतायाचा रहाट, ताणा घालण्याचा रहाट हे त्याकडून फिरवितो. जहाजें व नौका समुद्रांतून व नद्यांतून त्याकडून पार नेववितो व आगीच्या गाड्या ओढवितो. सारांश, मनुष्यांनीं वायु इतका आपल्या अम्म-लांत ठेविला आहे, कीं ते विमानांत बसण्याच्या मिषानें वायूवर स्वारी घालून अंतरिक्षांत जातात, तेथून पृथ्वीचें अव-

लोकन करितात आणि मेघमंडलांतून यथेच्छ विहार करितात.

सृष्टीमध्यें वायूपासून घडणारीं जीं हितावह कृत्यें त्यांपैकीं कांहीं एथें संक्षेपानें सांगितलीं आहेत. वाय्वावरणाच्या बळावर झाडें वाढतात व त्यांस अंकूर फुटतात, जलाची वर्तमानकालीन स्थिति आहे, अग्नि पेटतो, ज्वाला टिकते, प्राणीमात्राचा श्वासोच्छ्वसनव्यापार चालतो, वाफा उत्पन्न होऊन त्यांपासून ढग, पाऊस व दंव हीं उत्पन्न होतात, मेघ अधांतरीं निराधार राहातात, पक्ष्यांस उडतां येतें, झंझा वातादिक वारे उत्पन्न होतात, पदार्थांचा गंध समजतो, आवाज एकूं येतो, गायन संबंधी सुखें उपभोगायास सांपडतात, प्रकाश सर्व पृथ्वीभर पसरतो, व सूर्योदयाच्या पूर्वीं व सूर्यास्त झाल्यावर कांहीं काळपर्यंत प्रकाश राहातो.

वाय्वावरणमूलक हीं सर्व कृत्यें आहेत, त्या अर्थीं तें नाहींसें झालें, तर हीं सर्व बंद पडून प्राणीमात्राचा संव्हार होईल. भूलोकचे प्राण्यांस सुख नसावें, असें जगदीशाच्या मनांत आलें तर तसें करावयास त्यास कांहीं कठीण नाहीं. जीव वांचतील अशी कांहीं तरी दुसरी एखादी युक्ति काढून वाय्वावरण नाहींसें केलें ह्मणजे पुरे; मग सर्व विपत्ति आपोआप पृथ्वीवर येतील.

॥ यस्मिन् वसंति भूतानियोभूतेष्ठ्खिलेष्ठपि ॥

॥ यदधीनंजगत्सर्वं ॥

इत्यादिक वचनें यथार्थ आहेत किंवा नाहींत हें आपणास ह्या मागील सर्व विचारावरून उघड दिसत आहे.

कल्पांतीं जगसंव्हाराच्या वेळेस द्वादशादित्य प्रकट होऊन सर्व पृथ्वी जाळून टाकितात ह्मणून जें सांगितलें

आहे, त्याचीही बहुतकरून हीच उपपत्ति असावी, कीं सर्व तत्वें परमेश्वराच्या स्वाधीन आहेत, तेव्हां संव्हार करावयाचा झाला ह्मणजे आकसिजन व नैत्रोजन असीं जीं दोन वायुघटक तत्वें आहेत, त्यांपैकीं आकसिजन ज्वलनक्रियेस मुख्य कारण आहे, तो वाय्वावरणांत एक पंचमांश आहे, आणि नैत्रोजन ज्वलनक्रियेस प्रतिबंधक आहे तो वाय्वावरणांत चार वांटे आहे, तेव्हां तो प्रतिबंधक ग्यास नाहींसा करून नुसता आकसिजनग्यास ठेविला ह्मणजे सर्व ज्वालाग्राही पदार्थ पेट घेतील, इतकेंच नाहीं तर अत्यंत कठीण व भरींव असे खडक व पाणी हीं सुद्धां धडकूं लागतील आणि तेणेंकरून सर्व जगाचा तेव्हांच संव्हार होईल.

प्रकरण ९.

परमेश्वराचें चातुर्य व चांगुलपणा ह्यांची वाय्वावरणावरून सिद्धता.

मागील प्रकरणांत ह्या विषयाचें अंशतः विवेचन केलेंच आहे; आतां ह्या प्रकारणांत अणखी दोन तीन गोष्टी मात्र सांगतों.

१ वाय्वावरण घटक तत्वांच्या मानावरून परमेश्वराचें चातुर्य व चांगुलपणा हीं उघड दिसून येतात. वाय्वावरणांत आकसिजन कमी असता, ह्मणजे हल्लीं एकुणऐशींस एकवीस ह्या मानानें आहे तो पंचायशींस पंधरा या मानानें असता तर विस्तवाचें सामर्थ्य कमी होतें, मेणबत्तीचा चांगला उजेड पडला नसता, वनस्पती सुकून जात्या आणि

प्राण्यांस श्वासोच्छ्वसनाविषयीं मोठे आयास पडते. आतां ईश्वरानें नैत्रोजनग्यास कमी करून आकसिजन ग्यासाचें मान अधिक ठेविलें असतें तर उलटें झालें असतें; ज्वालाग्राही पदार्थांस विस्तवाची एक ठिणगी पुरती; ते तेव्हांच जळून पार होते; मेणबत्या तेव्हांच जळून जात्या, व त्यांचा प्रकाश फारच चकचकीत पडून आपले डोळे मात्र दिपले असते; शहरांत एक दोन घरें पेटतीं, तर आग इतक्या जलदीनें वाढती, कीं कांहीं घटकांनीं किंवा कदाचित् कांहीं पळांनीं देखील सर्व शहर भडकतें; तिजवर मनुष्यांचे प्रयत्न न चालते. वाय्वावरणाची अशी स्थिति असती, तर तापवल्यामुळें लोखंडाचे अंगीं जो मऊपणा येतो तो न येता; तें जळून त्याचा भुगा झाला असता. प्राण्यांच्या शरीरांतील रक्ताचें अभिसरण फार वेगानें होतें, आणि त्याच्या योगानें शरीरांत इतकी उष्णता उत्पन्न होती, कीं तिणेंकरून स्वल्पकालांतच शरीराचा नाश होता. नैत्रिक आक्सैदांत चवेचाळीस अंश नैत्रोजनग्यास व छपन्न अंश आकसिजनग्यास आहे; परंतु त्याचें प्राशन केलें असतां तत्काल दम कोंडून मरण येतें हें आपणांस प्रत्यक्ष माहीतच आहे. खेरीज आपणांस दुसरेंही माहीत आहे, कीं नैत्रिक आसिडांत पंचाहत्तर भाग आकसिजनग्यास व पंचवीस भाग नैत्रोजनग्यास आहे. हीं मानें वाय्वावरण घटक तत्वांच्या मानांहून भिन्न आहेत, तेव्हां पहा कीं जर ह्या मानांनीं वाय्वावरण झालेलें असतें आणि त्यांतील वायु श्वासाबरोबर आपल्या पोटांत जाता, तर त्यामुळें एक पिंट नैत्रिक असिड प्याल्यासारखे परिणाम होऊन आपणास तात्कालिक मरण येतें. ह्याकरितां वातावरण

घटक तत्वांच्या मानांची यथायोग्य योजना करण्यांत परमेश्वरानें मोठें चातुर्य व चांगुलपणा हीं दर्शविलीं आहेत, हें आपणास उघड दिसत नाहीं काय?

२ वाय्वावरणघटक तत्वांच्या प्रमाणगुरुत्वावरूनही परमेश्वराचें चातुर्य व चांगुलपणा हीं उघड दिसून येतात. वाय्वावरण संबंधी वायूपेक्षां आक्सिज्जनग्यास अंमळ जड आहे, व नैत्रोजनग्यास अंमळ हलका आहे, त्यामुळें नैत्रोजनग्यास वातावरणांत सोडिला असतां वर चढतो. श्वासोच्छ्वसनक्रियेंत मुख्य चार गोष्टी घडतात. प्रथम, श्वास (ह्मणजे वायु आंत ओढून घेणें) दुसरी, पूर्व विराम (ह्मणजे फुपुस वायुपूरीत झाले ह्मणजे विसावा) तिसरी, उच्छ्वास (ह्मणजें वायु बाहेर सोडणें) आणि चवथी, उत्तर विराम (ह्मणजे फुपुस रिक्त झालें ह्मणजे विसावा). उच्छ्वासाबरोबर जो वायु बाहेर पडतो त्यांत मुख्यत्वेंकरून नैत्रोजनग्यास व थोडासा कार्बानिक असिडग्यास असतो. हा नैत्रोजनग्यास पुनःश्वसन करण्यास योग्य नसतो, ह्मणून पुनःश्वसन करण्याचे पूर्वींच हा वायूपेक्षां हलका आहे त्यामुळें तो आपल्या डोक्यावर निघून जातो. उच्छ्वास व श्वास ह्यांच्या मध्यें विराम होतो त्याचें कारण उघडच दिसतें, कीं फुपुसांतून बाहेर पडलेल्या नैत्रोजन ग्यासास निघून जाण्याला वेळ सांपडून दुसरा ताजा वायु पोटांत जावा. विरामाच्या वेळांत दुष्ट प्रवाही पदार्थांस निराळें होण्याविषयीं ह्मणजे नैत्रोजनग्यास वर चढण्याविषयीं व कार्बानिक आसिड ग्यासास तळीं बसण्याविषयीं अवसर मिळतो, आणि ह्यामुळें शुद्ध वायु श्वासाबरोबर पोटांत जातो. हाच नैत्रोजनग्यास वातावरण संबंधी वायू इतका अथवा त्यापेक्षां

किंचित् जड असता, तर काय परिणाम झाले असते बरें! दर श्वासाबरोबर नैत्रोजनग्यास उलटून पोटांत जाता एवढेंच नाहीं; तर निरंतर तो वातावरणाच्या तळीं संचित होऊन राहाता आणि खोल्या व कोठड्या ह्यांतून तर इतकाला सांचता, कीं त्यामुळें नानाप्रकारच्या रोगांचा उद्भव होऊन मनुष्यांचा संव्हार होता; परंतु तो वायूपेक्षां किंचित् हलका आहे, ह्यामुळें वातावरणांत वर चढून जातो, नंतर तो इतर ग्यासांशीं संयोग पावून श्वसनार्ह झाल्याशिवाय आपल्या पोटांत तो जातच नाहीं. ह्याप्रमाणें मनुष्यांच्या व इतर प्राण्यांच्या रक्षणाविषयीं ईश्वरानें युक्ति योजिली आहे.

३ आक्सिजनग्यास खर्ची पडतो, तो पुरवून पुनः वाय्वावरण शुद्ध व्हावें, ह्मणून जी युक्ति केली आहे, तिजवरूनही ईश्वराचें चातुर्य प्रकट होतें. ज्वलनापासून, व प्राण्याच्या उच्छ्वसनापासून दररोज इतकें कार्बानिक असिड उत्पन्न होतें, कीं त्याचें पृथक्करण करण्याकरितां ईश्वरानें तजवीज योजिली नसती तर तें फारच सांचलें असतें आणि त्यापासून मोठा प्रळय होता. वायूंत जर एक दशांश कार्बानिक असिड असलें, तर त्या वायूमध्यें ज्वलनक्रिया चांगली चालत नाहीं व श्वासोश्वास करण्याऱ्या प्राण्यांपैकीं बहुतेक प्राणी त्या वायूमध्यें जगत नाहींत, ही गोष्ट सर्वत्र प्रसिद्ध आहे. नरक, दलदली, मोऱ्या, व जमलेलें पाणी ह्या प्रकारच्या पुष्कळ स्थानांपासून हैद्रोजन व कारबान मिश्र हैद्रोजन हे निरंतर निघत असतात आणि हे जीवांचा नाश करणारे आहेत. ह्याप्रमाणें हे नाशक ग्यास प्रतिक्षणीं वाढत जातात आणि जीवनाचें रक्षण करणारा

जो आक्सिजनग्यास तो ज्वलनक्रियेमुळें व श्वसनामुळें निरंतर खर्ची पडत असतो. तेव्हां ह्या ग्यासाचा पुनः पुरवटा होऊन नाशक ग्यासांपासून जीवांचें रक्षण व्हावें ह्मणून पहा ! काय परमेश्वरानें युक्ति योजिली आहे ती. परमेश्वरानें वनस्पतींचा प्रकृति गुण असा केला आहे, कीं त्यांचे जीवनास कार्बान व हैद्रोजन हेच मुख्यत्वेंकरून लागावे. वनस्पतींच्या टप्यांत कार्बानिक असिडग्यास आला ह्मणजे तो त्या घेतात आणि त्यापैकीं त्या आपणास कार्बान घेऊन आकसिजन टाकतात. त्याचा व प्राण्यांच्या उच्छ्वसनापासून उत्पन्न होणाऱ्या नैत्रोजन ग्यासाचा संयोग होऊन पुनः वाय्वावरण शुद्ध होतें. वृक्ष लता गुल्मादिकांच्या पानांपासून दिवसास पुष्कळ आकसिजन बाहेर पडतो. तो वायूशीं मिश्र होऊन त्यांतील ग्यासांचें मान बरोबर राखतो; ह्यामुळें वायु चांगला राहातो. कारण सर्व ठिकाणांच्या वायूमध्यें आकसिजन सारखा असतो. उघाड ठिकाणाचा वायु घ्या, किंवा जेथें दाट वस्ती आहे, तेथचा वायु घ्या, त्यांत आकसिजन सारखाच सांपडतो, ह्यावरून स्पष्ट दिसून येतें, कीं मनुष्यास नाशकारक जो ग्यास आहे, तो वनस्पतींस हितावह आहे आणि ज्याची वनस्पतींस गरज नाहीं, असा जो आकसिजन ह्याचें वनस्पतींच्या योगानें मनुष्याच्या कल्याणाकरितां अन्य ग्यासापासून पृथक्करण चाललें आहे. ह्या वरील व्यवस्थेमध्यें सोपेपणा चातुर्य व दयालुता हीं दिसून येतात. ह्याकरितां विचारशील मनुष्याच्या मनामध्यें ही गोष्ट आल्यावांचून कधीं रहाणार नाहीं, कीं सृष्टिनियम हे आपोआप झालेले नव्हत, तर ह्यांचा कर्ता कोणी असावा आणि तो अत्यंत चतुर व दयाळू असावा.

आतां पूर्वी सांगितलेल्या गोष्टींवरून अनुमानानें सिद्ध होणाऱ्या एक दोन गोष्टींचा विचार करून ह्या भागाचा उपसंव्हार करूं.

१ वाय्वावरण व ह्यापासून सृष्टींत जे मोठमोठाले व्यापार घडत आहेत ते हीं सर्व अदृश्य आहेत; तर ह्यापासून आपण असें समजावें, कीं परलोक संबंधी जें कांहीं सांगितलें आहे, तें आपल्या दृष्टीस पडत नाहीं, त्या अर्थी तें कांहीं नसेलच असें ह्मणणें मूर्खपणाचें आहे. वाय्वावरण संबंधी शोधाचे पूर्वी कोणाच्या मनांत आलें असतें, कीं वनस्पतींचे अंतर्गत व्यापार व प्राणिमात्राचीं सुखें अदृश्य ग्यासांच्या अधीन आहेत? व त्याच अदृश्य ग्यासांच्या भिन्नभिन्न मानांचे संयोग व निरनिराळ्या रीतीचीं पृथक्करणें होऊन ह्या जगाला नानाप्रकारची शोभा आली आहे? परंतु अर्वाचीन कालीं रसायन शास्त्राचा उत्कर्ष होऊन शोध लागतां लागतां असें सिद्ध झालें आहे, कीं आपला प्रत्येक श्वासोश्वास, आपली प्रत्येक मनोवृत्ति, आपण खातों तें सर्व अन्न आपणांस जिच्या योगानें ऊब येते ती उष्णता, आपल्या घरांत प्रकाश पाडणाऱ्या दीपादिकांचा प्रत्येक किरण, व आपल्या कर्णांस मोहित करणारा प्रत्येक गानस्वर, हीं सर्व अदृश्य ग्यासांच्या गतीवर व बळावर चालतात. तेव्हां आपणांच्यानें असा सिद्धांत करवेल काय, कीं ज्या अर्थी मरणानंतर आत्म्याचे व्यापार आपणांस गोचर होत नाहींत त्या अर्थी आत्मा पुढें रहातच नाहीं? लाखोंलाख लोक ह्या जगांतून दर रोज जातात, त्यांचीं शरीरें मातीस मिळतात, आणि ज्यामुळें त्यांचे ठायीं जीवनकला दिसत होती, तेंच चैतन्य अगोचर होतें; परंतु सृष्टींत पदार्थास

जीवन व सौंदर्य हीं अदृश्य ग्यासांच्या योगानें प्राप्त होत नाहींत अशी शंका बाळगणें जितकें सयुक्तिक तितकेंच शरीर नाशानंतर जीवनाश अशी शंका बाळगणें सयुक्तिक आहे.

शास्त्रांत सांगितलेल्या बहुतेक गोष्टी आपल्या चर्मचक्षूंनीं दिसावयाजोग्या नाहींत, परंतु शास्त्रावर श्रद्धा असली ह्मणजे त्या खऱ्या आहेत, अशी आपली खातरी होते. ह्याकरितांच शास्त्रांत सांगितलें आहे, कीं "धर्मसंबंधी गोष्टींवर श्रद्धाच असली पाहिजे. प्रत्यक्ष पहाण्याच्या खटपटींत पडूं नये." परलोकाविषयीं जें जें लिहिलें आहे तें जरी प्रस्तुत आपल्या डोळ्यांनीं नदिसे इतकें दूर आहे तरी तें खरें आहे. तेथील सर्व पदार्थ ह्मणजे केवळ आत्मरूपानेंच आहेत असें नाहीं, त्या पदार्थांचा व ह्या भौक्तिक पदार्थांचा संबंध आहेच.

पाण्याच्या डबक्यांत फार सूक्ष्म कृमि आहेत असें आढळतें. त्यांचीं शरीरें भिंगाच्या योगानें लक्षपट मोठीं दिसावीं असें केलें, तरी ते प्राणी फार बारीक बिंदु एवढे दिसतात. तर पहा, कीं ह्या भूगोलावरील बहुतेक सर्व जागा ह्या जातीच्या प्राण्यांनीं व्याप्त असूनही ते प्राणी पुष्कळ लोकांस माहीत नाहींत. तर ह्यावरून उघड दिसतें, कीं जसें हे सूक्ष्म जंतु पुष्कळ लोकांनीं पाहिले नाहींत व ज्यांनीं पाहिले आहेत त्यांसही ते सूक्ष्मदर्शक यंत्रावांचून दिसले नाहींत, तरी ते मुळींच नाहींत असा कोणी संशय धरीत नाहींत; तसेंच सर्वव्यापी परमेश्वर प्रत्येक जीवाचे जवळ असतांही त्यांस अगोचर आहे, तथापि ईश्वर मुळीं नाहींच असें नास्तिकावांचून दुसरा कोणी ह्मणत नाहीं.

ह्याकरितां परलोकसंबंधी जे पदार्थ आहेत ते आपणांस हल्लीं अगोचर आहेत ह्मणून ते नाहींत हें ह्मणणें बरोबर नाहीं.

२ सृष्टिजन्य अद्भुत चमत्कारांचे ज्ञानाचें संपादन करण्यांत, व विद्याभ्यास करण्यांत मुख्य हेतु कोणता असावा हेंही आपणांस ह्यावरून समजतें. कितीएक पुरुष समजतात, कीं विद्या हा एक प्रतिष्ठित व्यापार आहे, कितीएकांचा हेतु असतो, कीं विद्या शिकून आपणांस विद्वान् लोकांशीं बोलतां यावें; कितीएकांच्या पोटांत इतकाच धर्म असतो, कीं शास्त्रीय गोष्टी लोकांत अप्रसिद्ध आहेत त्या शिकून मोठेपणा मिळवावा; व कितीएक लोक ह्मणतात, की विद्या ह्मणजे केवळ मनोरंजनार्थ किंवा सगळा दिवस काम करतां करतां कंटाळा आला असतां मनाला विश्रांति होण्यास शिकावी; परंतु असले क्षुद्र हेतु मनांत धरून जे विद्या शिकतात ते विद्येचा केवळ अपमानच करतात. हे सृष्टिजन्य चमत्कार मनुष्याच्या नजरेपुढें उघड ठेवण्यांत परमेश्वराचा मुख्य हेतु हा दिसतो, कीं हे चमत्कार पाहून त्यांचें ज्ञान वाढत जावें; आपले (परमेश्वराचे) आंगीं कोणतीही न्यूनता नाहीं अशी त्यांची खातरी व्हावी, आणि आपले (परमेश्वराचे) हातून दररोज जे त्यावर उपकार होत आहेत तेही त्याच्या लक्षांत यावे.

सृष्टींतील कृत्यें ज्या ज्या नियमांनीं घडतात त्यांचा शोध करण्यांत मुख्य दोन हेतु असावे. एक, मनुष्याची शक्ति कोणत्या उपायांनीं वाढेल, उपयुक्त कलांत सुधारणा होऊन त्या पक्व दशेस कशा येतील, व मनुष्यांचीं सुखें कशीं वाढतील ह्याविषयीं युक्ति काढणें. दुसरा हेतु असा असावा, कीं परमेश्वराची शक्ति, ज्ञान, व त्यानें उत्पन्न केलेले जे

जीव त्यांविषयीं त्याची ममता ह्यांचा आपल्या मनांत जो ग्रह आहे तो दृढतर होऊन आपणांस त्याची (ईश्वराची) भक्ति लागणें. कोणतीही विद्या आपण शिकत आहों आणि तींत जर भगवच्चरित्राचा कांहींच संबंध नाहीं, तर ती रिकामी करमणूक असें समजावें. त्या विद्येंत आपण जे जे श्रम करतों ते फुकट जाऊन उलटें अज्ञान, अभिमान, व दौर्जन्य हीं मात्र वाढतात.

भाग २.

वाय्वावरणसंबंधी चमत्कार.

ह्या विषयाचें यथास्थित विवेचन करूं लागल्यास एक निराळा ग्रंथ होईल ह्याकरितां येथें मोठमोठाल्या मात्र गोष्टींचें संक्षेपानें वर्णन करतों.

वाय्वावरणामध्यें जे चमत्कार होतात त्यांचे तीन प्रकार कल्पिले आहेत. एक, जलाश्रय– बाष्पभवन, ढग, पाऊस, गारा, हिम इत्यादिक. दुसरे, स्वाश्रय– तुफान, वावटळ, झुळूक, कालिकवायु इत्यादिक. तिसरे, विद्युताश्रय– उल्का, वीज, इंद्रधनुष्य इत्यादिक.

प्रकरण १.

१ **बाष्पभवन.**– उष्णतेच्या योगानें पाण्याची व दुसऱ्या पदार्थांची वाफ होते. वाफ वायूपेक्षां हलकी असते, ह्याकरितां ती वाय्वावरणाच्या उच्च प्रदेशामध्यें चढून जाते. नंतर तेथें ती किंचित् घन होऊन तिचे मेघ बनतात. वाफेचे आंगीं वायूप्रमाणेंच अदृश्यत्व व स्थितिस्थापकता हीं

आहेत; परंतु एवढेंच, कीं ती वायूपेक्षां हलकी आहे. वाफेचें वजन वायूच्या $\frac{१०}{१४}$ दाहा चवदांश आहे असें सासरच्या कृतीवरून कळून येतें. आपण पाणी तापवूं लागलों ह्मणजे प्रथमतः पात्राच्या कडेकडेनें बुडबुडे उत्पन्न होतात. नंतर होतां होतां ते पाण्याच्या पृष्ठभागावर येऊन फुटतात. उष्णता जशी जशी वाढवावी तसे तसे हे बुडबुडे लवकर लवकर वर येतात. ह्याप्रमाणेंच उन्हाच्या तापेनें व उघड्या हवेनें जागोजागचें पाणी वाफेच्या रूपानें उडून जाऊन त्याचे ढग बनतात. वाफेच्या रूपानें पाणी किती जातें ह्याचा आजमास करण्याकरतां लान्डफचा बिशप डाक्तर **वाटसन** ह्यानें जी कृति योजिली ती येणेंप्रमाणें.— त्यानें जमिनीबरोबर गवत कापून त्यावर वीस चौरस इंच क्षेत्राच्या तोंडाचा ग्लास पालथा घातला. नंतर पाव तास ह्मणजे साडेसदतीस पळें गेल्यावर बारीक वस्त्राची एक चिंधी वजन करून तिनें त्या ग्लासाचें आंतलें अंग पुसून काढिलें आणि चिंधी पुनः वजन केली तों ती पहिल्यापेक्षां साहा ग्रेन अधिक भरली. ही कृति वारंवार करून पहातां असें सिद्ध झालें आहे, कीं बारा वाजल्यापासून तीन वाजेतों मधल्या काळांत पाव तासांत अवरस चवरस वीस इंच जागेवरून मध्यम मानानें साहा ग्रेन पाणी वाफेच्या रूपानें अंतरिक्षांत जातें. डाक्तर **वाटसन** ह्यानें ही वरील कृति केली, तेव्हां अगोदर महिनाभर पाऊस पडला नव्हता. आतां ही गोष्ट एथें उघड झाली, कीं एक पिंट पाणी वजन केलें तर तें सात हजार ग्रेन भरतें आणि एक ग्यालन ह्मणजे आठ पिंट होतात, तेव्हां अर्थांतच झालें, कीं एक एकर चौरस इंच जागेवरून चोवीस ता-

सांत सोळाशें ग्यालन पाणी वाफेच्या रूपानें उडून जातें. पाऊस पडून जमीन भिजलेली असतां वाफेच्या रूपानें पाणी अधिक जातें किंवा नाहीं हें पहाण्याकरितां **वाटसन** साहेबानें दोनदां कृति करून पाहिली. प्रथमतः कृति केली, तेव्हां आदले दिवशींच मोठा पाऊस पडला होता. ह्या कृतीचे वेळेस जमिनीची उष्णता पहाण्याकरितां त्यानें उष्णतामापक यंत्र जमिनीस लावून पाहिलें तों त्यांतील पारा शाहाण्णव अंश चढला होता. ह्या वेळेस एक एकर जमिनीवरून बारातासांत एकुणिसशें ऱ्याहत्तर ग्यालन पाणी वाफेच्या रूपानें उडून जावें ह्या मानानें पाण्याची वाफ होत होती. दुसऱ्या वेळेस कृति केली तेव्हां पाऊस पडून सुमारें आठ दिवस झाले होते, व जमिनीची उष्णता एकशें दाहा अंश होती. ह्या वेळेस एक एकर जमिनीवरून बारा तासांत अठ्ठावीसशें ग्यालन पाणी वाफेच्या रूपानें जावें ह्या मानानें पाण्याची वाफ होत होती.

ह्यावरून असें दिसतें, कीं सृष्टींमध्यें बाष्पभवनाचा एक मोठा कारखानाच चालला असावा. वाफ उत्पन्न होण्याचा प्रकार असा आहे.— थंड हवेपेक्षां उष्ण हवेंत वाफ फार होते हें वरील कृतीवरून स्पष्टच आहे. उष्णता सारखी असतांही वाफ उत्पन्न होण्यांत अन्य कारणांनीं भेद पडतो. वारा पडला असतां वाफ फार कमी होते. वाऱ्याची झुळूक वाहूं लागली असतां अंमळ ज्यास्त उत्पन्न होते, आणि वाऱ्याचा सुसाटा चालला असतां वाफ फार होते. इंग्लंड देशांत मेष प्रवेश झाल्यापासून तुला प्रवेश होई तोंपर्यंत मधच्या काळांत इतर काळापेक्षां चौपट वाफ उत्पन्न होते. हवेपेक्षां जमिनीची उष्णता अधिक असतां बाष्पभवनापासून थंडी कमी पडते.

जमिनीच्या उष्णतेपेक्षां हवेची उष्णता अधिक असतां बाष्पभवनापासून अधिक थंडी पडते. आतां ह्या विचारावरून हें स्पष्ट झालें, कीं जेथें झाडें फार ती जागा जेथें झाडें नाहींत त्या जागेपेक्षां विशेष थंड असते. कारण, कीं आच्छादित जागेपेक्षां अनाच्छादित जागेवरून एक तृतीयांश वाफ अधिक उत्पन्न होते. जमिनीची लागवड केल्यामुळें हवेंत भेद पडण्याचें हेंच कारण आहे. कांहीं वर्षांपूर्वी **अमेरिका** खंडांत पुष्कळ रानें होतीं; परंतु तीं आतां तोडलीं गेल्यामुळें तेथची हवा बदलली आहे.

हिशेब करून पहातां असा अजमास होतो, कीं नद्या, समुद्र, सरोवरें इत्यादिक स्थानांपासून छत्तीस इंच व जमिनीवरून निदान तीस इंच पाणी दर वर्षास वाफ होऊन उडून जातें, तेव्हां सर्व पृथ्वीवरून दर वर्षास एक लक्ष घनमैल पाणी वाफेच्या रूपें अंतरिक्षांत जातें असा हिशेब झाला. ह्या वाफेपैकीं बहुतेक वाफ वातावरणांत कांहीं उंचीपर्यंत गेल्यावर तिच्या अंगचीं उष्णता निघून जाते आणि तिचे मेघ बनतात. आतां पहा, कीं वाफेच्या रूपानें असणारें हें सर्व पाणी वाय्वावरणांत एके समयीं रहातें तर वायूचे अंगीं गुरुत्व एक द्वादशांश वाढून वायुगुरुत्वमापक यंत्रांतील पारा तीन इंच चढला असता; पण इतकें पाणी एककालींच वातावरणांत असतें असें नाहीं. कोठेंना कोठें तरी पाऊस पडल्याशिवाय दिवस जातच नाहीं. मेघ वाऱ्याच्या योगानें जमिनीवर जातात, मग ते पर्वतांच्या आकर्षणानें फुटून खालीं कोसळतात, आणि जमिनीस फलद्रूपता आणितात. ह्याप्रमाणें बाष्पभवनापासून ह्या जगांत मोठमोठाले लाभ होतात. बाष्पभवनाचा व्यापार नसता,

तर हे लाभ नाहींसे होते. सद्यां आपलीं पांघरूणें भिजलीं असतां तीं पसरून टाकून वाळवितां येतात, तीं वर्षोंवर्षें वाळलीं नसतीं.

२ पाण्याची वाफ होऊन वाय्वावरणांत चढते, आणि ती तेथील थंडीच्या योगानें कांहीं घट्ट होऊन तिचे थर होतात, त्यांस आपण ढग असें ह्मणतों. ते अनेक प्रकारच्या आकारांचे असतात. त्यांच्या योगानें कधीं कधीं आकाश सुशोभित दिसतें व कधीं कधीं काळोखही पडतो. ते कालपरत्वें व आपल्या जाडपणाप्रमाणें व पातळपणाप्रमाणें पृथ्वीपासून दूर असतात. हलके व पातळ ढग पृथ्वीपासून चार पांच मैलांवर असतात. कारण कीं उंच उंच पर्वतांच्या शिखरांवर ते दृष्टीस पडतात. मध्यम मानानें ह्मटलें ह्मणजे ते पृथ्वीपासून अडीच मैल उंचीवर असतात. कांहीं कांहीं जाड मेघ इतके खालीं उतरतात, कीं ते पर्वताच्या शिखरास टेकड्यांस व उंच उंच झाडांच्या शेंड्यांस देखील स्पर्श करतात. ढगाच्या आकारमानांविषयीं असा आजमास आहे, कीं ते अवरस चवरस पंधरावीस मैल जागा व्यापतात; व त्यांचा जाडेपणा हजार फुटांवर असतो. ढग सर्वकाळ वारा वाहील त्या दिशेस जात असतात. विजांचा कडकडाट होऊं लागला ह्मणजे मात्र ते अंमळ हळूं चालूं लागतात, व कधीं कधीं एकाच जागेवर स्थीर राहातात आणि असें होण्याचें कारण हें आहे, कीं त्यांवर समोरासमोरच्या वाऱ्यांची समप्रेरणा होत असते.

मेघांच्या निरनिराळ्या आकारांवरून अर्वाचीन पदार्थविज्ञानी लोकांनीं त्यांचे सात प्रकार मानिले आहेत. ह्या सात प्रकारच्या मेघांचे वैलक्षण्यास विद्युत्तेज कारण आहे

असें मानतात. ह्या सात प्रकारच्या मेघांचीं नांवें.– कुंतलनिभ मेघ, पुंजनिभ मेघ, शिलानिभ मेघ, कुंतलपुंजनिभ मेघ, कुंतलशिलानिभ मेघ, पुंजशिलानिभ मेघ आणि पुंजकुंतलशिलानिभ मेघ. कुंतलनिभ मेघ, कुंजनिभ मेघ, आणि शिलानिभ मेघ हे मेघांचे मुख्य तीन प्रकार होत, आणि बाकीचे जे चार प्रकारचे मेघ आहेत ते वरच्या तीन प्रकारच्या मेघांच्या मिश्रणानें झाले आहेत; हे मेघ बाय्वावरणाच्या चार प्रदेशांत असतात. ते प्रदेश येणेंप्रमाणें.– उच्चप्रदेश, मध्यप्रदेश, नीचप्रदेश आणि नीचतरप्रदेश.

सर्व प्रकारच्या मेघांमध्यें कुंतलनिभ मेघाचे अंगीं घनता फारच कमी असते; परंतु तो सर्वांपेक्षां उंच प्रदेशीं असतो आणि त्याचे अंगीं नानाप्रकारचे आकार असतात. प्रसन्न व स्थीर हवा पडण्याचें हा मेघ पूर्वरूप होय. पांढऱ्या चवरीचे केस पिंजरल्याप्रमाणें प्रारंभीं त्याचें स्वरूप दिसतें. नंतर होतां होतां त्यास आजूबाजूंनीं नवे नवे तंतु मिळतात. हा मेघ अमुक काळपर्यंत रहातो असा कांहीं एक नेम नाहीं. कांहीं प्रकारच्या हवेंत त्याच्या स्वरूपांत इतका जलद भेद पडतो, कीं दोन चार पळें त्यावरून दृष्टि काढून पुनः त्यांकडे पाहिलें असतां त्याच्या पहिल्या आकारांत व दुसऱ्या आकारांत कांहींच मेळ बसत नाहीं, आणि कांहीं प्रकारच्या हवेमध्यें एक दोन प्रहरपर्यंत किंवा कदाचित् एक एक दिवसपर्यंत देखील ह्याच्या आकृतींत फारसा भेद पडत नाहीं.

पुंजनिभ मेघाचे अंगीं घनता विशेष असते. हा मेघ बाय्वावरणाच्या नीच प्रदेशीं राहून जमिनी सरसा वाहाणा-

रा जो वायु त्याबरोबर भ्रमण करतो. प्रारंभीं त्याचें स्वरूप वेडेवांकड्या लहानशा ठिपक्यासारखें दिसतें, नंतर तोच ठिपका वाढत जातो. ह्या मेघाचा पाया क्षितिजाशीं समांतर असतो आणि वरील भाग कांहींसा शंकूसारखा असतो. ह्या प्रकारचे मेघ कधीं कधीं दुंदभी सारखे दिसतात व कधीं कधीं ते एके सपाटीवर शोभायमान रुपेरी शिखरांचे डोंगरांची रांग लागावी, ह्याप्रमाणें दिसतात. पाऊस पडण्याचे पूर्वीं ह्या जातीचे मेघ फार वाढतात व वाय्वावरणाच्या खालच्या खालच्या प्रदेशांत उतरूं लागतात. प्रचंड वारा सुटला असतां ज्या दिशेस वारा वाहातो त्या दिशेस ह्या जातीचे मोठमोठाले मेघ दृष्टीस पडतात आणि ते पुढें पाऊस पडणार व हवा शांत होणार हे सुचवितात.

शिलानिभ मेघाची घनता मध्यम असते, हा मेघ सगळ्या मेघांत खालीं असतो. त्याचे खालचें अंग पाण्याच्या पृष्ठभागाला किंवा जमिनीला लागलेलें असतें. सूर्यास्त व्हावयाचा बेत आला ह्मणजे हा दृष्टीस पडतो आणि सूर्योदय झाला ह्मणजे लागलाच दिसेनासा होतो. हिंवाळ्यांत जें धुकें येतें त्याची ह्याच ढगांत परिगणना आहे. हा दऱ्याखोऱ्यांच्या तळापासून वाफेच्या रूपानें वाय्वावरणांत चढतो, आणि कधीं कधीं ह्याचे थरचेथर जमून शेवटीं त्या थरांचा भार वाय्वावरणाच्यानें साहावेनासा झाला ह्मणजे आपासून वर्षावही होतो.

बाकीच्या प्रकारचे मेघांचें संक्षिप्त वर्णन केलें असतां चालेल. कुंतलपुंजनिभ मेघ हे लहान लहान पांढरे वाटोळे ढग मिळून झाले असतात. हिंवाळ्यापेक्षां उन्हाळ्यांत

हे मेघ फार दृष्टीस पडतात आणि त्यांच्याच योगानें आकाशास शोभा येते. कुंतलशिलानिभ मेघांत लांब लांब पट्टे असतात. त्या पट्ट्यांचा आकार व जागा हीं निरंतर बदलत असतात. वारा सुटावयाचा असला व पाऊस पडावयाचा असला ह्मणजे पूर्वीं हे मेघ येतात. त्यांच्या मोठेपणावरून वारा किंवा पाऊस हे किती जवळ आले आहेत हें कधीं कधीं समजतें. तुफान पुढें होण्याचें असल्यास हे ढग बहुधां दृष्टीस पडतात. सूर्यास व चंद्रास जीं खळीं पडतात तीं ह्याच मेघांच्या योगानें पडतात. पुंजशिलानिभ मेघ हे उंच व मोठे असतात. ह्यांची घनताही फार असते. हे मेघ मोठमोठाल्या मेघांच्या भेगांमध्यें शिरतात आणि हे सर्व मेघ दूरून चालले असतां बघणारास असा भास होतो, कीं आकाशांत हिमानें व्याप्त असे डोंगर आहेत व त्यांच्या मध्यें मध्यें काळ्या टेकड्या, खडक, व दुसरे कांहीं पदार्थ आहेत. पुंजशिलानिभ मेघ हे विजांचें तुफान व्हावयाचें असलें ह्मणजे बहुधां तांबुस होतात. पुंजकुंतलशिलानिभ मेघ हा पावसाचा मेघ होय. पाऊस पडण्याचे पूर्वीं मेघांचें स्वरूप पालटून त्यांचे अंगीं ह्या मेघाचें रूप येतें.

मेघांत विद्युत्तेज बहुतकरून पुष्कळ असतें. मेघापासून विजा पडून मोठा गडगडाट होतो एवढेंच नाहीं, तर मोठमोठाले नाशही होतात. सन १७७२ चे साली जावा बेटांत एके डोंगरावर मध्यरात्रीच्या सुमारें एक लखलखीत मेघ आला आणि त्यांतून तेजाच्या ज्वाला निघूं लागल्या; त्या इतक्या चकचकीत होत्या, कीं त्यांमुळें रात्र, दिवसासारखी दिसूं लागली. ह्या ढगामुळें आसपास दहा कोस-

पर्यंत मोठी गर्दी उडाली. इमारती कोसळल्या, बागबगीचे जमिनीशीं मिळाले, हजारों घोडे मेले, गुरें ढोरें मिळून पंधरा हजार मेलीं, व दुसरींही जनावरें पुष्कळ मेलीं. माणसें तर दोन हजारांहून जास्त मेलीं. संन १७५७ चे सालीं अकटोबर महिन्याच्या एकुणतिसाव्या तारखेस मालटा बेटांत मध्यरात्र कलल्यावर एक काळा ढग दृष्टीस पडला. तो शहराकडे येत असतां त्याचें रूपांत भेद पडत पडत तो काळ्या धुरानें युक्त अशा ज्वालेसारखा दिसूं लागला. हा मेघ शहरावर येऊन पोहोंचतांच, मोठी गर्जना झाली. ह्या मेघाचे योगानें इंग्रज लोकांच्या एके गलबताचे तुकडे तुकडे उडाले; डोलकाठी, अवजारें, दोरखंडें वगैरे लांब उडून गेलीं. लहान लहान होड्या वाटेंतल्या वाटेंत फुटून बुडाल्या. शहरांत विजेच्या तडाक्याखालीं जें जें सांपडलें तें सर्व धुळीस मिळालें. घरें जमीनदोस्त झालीं; आंतील घंटा दूर उडून जाऊन देवळांचीं शिखरें व छावण्या खालीं पडून गेल्या. ह्या तडाक्यांत एकंदर दोनशें माणसें सांपडलीं, त्यांपैकीं कांहीं घायाळ झालीं व कांहीं ठार मेलीं. आतां ह्यावरून पाहा, कीं उष्ण देशांत गर्मी कमी करण्याविषयीं मेघ मोठे उपयोगी आहेत व त्यांच्या योगानें पाऊस पडून पृथ्वीला पीकपाणी येतें, आणि त्यांचे हातून परमेश्वर कधीं कधीं लोकांस शासनही करवितो.

२ आह्मी नुकतेंच सांगितलें आहे, कीं जमिनीवरून पाणी वाय्वावरणांत वाफेच्या रूपानें जाऊन वायूस आर्द्रता येते, नंतर त्या वाफेच्या अंगीं कांहीं घनता आली ह्मणजे तिचेच मेघ होतात, आणि ते वाय्वावरणांत भ्रमण करीत असतात. मेघांतील विद्युत्तेजामध्यें किंवा वायूचे उष्णतेमध्यें किंवा त्याचे

घनतेमध्यें एकाएकीं फेरफार झाला, ह्मणजे वाफेचे परमाणु एकत्र होऊन त्यांचे थेंब बनतात आणि ते थेंब जडत्वामुळें वाय्वावरणांत रहाण्याविषयीं असमर्थ होऊन पर्जन्यरूपानें खालीं पडतात. पावसाचे थेंब जसजसे खालीं येतात तसतसें त्यांचा व खालच्या वाफेचा योग होऊन त्यांचें आकारमान वाढतें. पाण्याची वाफ होते व वाफेचें पाणी होतें त्या वेळेस कोणत्या रसायन क्रिया चालतात ह्यांचें व वाफेच्या रसायन गुणांचें पुरतेपणीं ज्ञान कोणास नाहीं. डाक्तर **टामसन** ह्यानें डाक्तर **वालटसन**, डाक्तर **हेलस** आणि कांहीं दुसरे विद्वान् लोक ह्यांच्या मतांचा उपन्यास करून लिहिलें आहे, कीं "मेघ व पाऊस ह्यांच्या उत्पत्तीस अमुकच एक कारण आहे, हें अद्यापि कळत नाहीं. वाय्वावरणांत वाफ मावेनाशी झाली ह्मणजे, किंवा वातावरणांतील उष्णता कमी झाली ह्मणजे, अथवा निरनिराळ्या उष्णतेच्या वायूंचा संयोग झाला ह्मणजे, मेघ उत्पन्न होतात आणि पाऊस पडतो, असें कांहीं ह्मणवत नाहीं." आतां ह्या विषयावरील सर्व मतें विवादग्रस्त आहेत, त्यास त्यांचें उपपादन न करितां पर्जन्य संबंधी कांहीं सामान्य गोष्टी सांगतों.

पाऊस पडत असतां जर आपण एखाद्या उंच पर्वतावरून खालीं उतरूं लागलों तर आपण जसजसे खालीं उतरतों तसतसे पावसाचे थेंब मोठमोठाले आपणांस आढळतात. पर्वताच्या शिखरावर बारीक बुरबूर असली तर तीच खालीं तळाशीं मोठी सर होते. डाक्तर **हेबर्डसन** साहेबानें ह्या गोष्टीची सत्यता पहाण्याकरितां सन सत्राशें शाहत्तराचे सालीं ह्याप्रमाणें कृति केली. त्यानें तीन पर्ज-

न्यमापक यंत्रें घेऊन त्यांपैकीं एक **वेस्तमिनस्तर** एथील मठाच्या शिखरावर ठेविलें, दुसरें शेजारच्या घरावर ठेविलें आणि तिसरें बागेंत जमिनीवर ठेविलें. तेव्हां पर्जन्याचीं मापें येणेंप्रमाणें आलीं. मठावरील यंत्रांत बारा इंच पाणी सांचलें, घरावरील यंत्रांत अठरा इंच पाणी सांचलें आणि जमिनीवरील यंत्रांत बेवीस इंच पाणी सांचलें. पर्जन्याचें मान मासपरत्वें भिन्नभिन्न असतें. हिंवाळ्यांत* जितके दिवस पाऊस पडतो तितके दिवस उन्हाळ्यांत पडत नाहीं; परंतु उन्हाळ्यांत सरी जरब असतात, व त्यांपासून पाणीही पुष्कळ पडतें. डाक्तर **डालटसन** ह्मणतो, कीं जानेवारीपासून पहिले साहा महिने कोरडे व पुढील साहा महिने पर्जन्याचे असें ह्मटलें असतां चालेल. पर्जन्याविषयीं पुष्कळ दिवस सूक्ष्म रीतीनें विवेचन करतां करतां असें अनुमान झालें आहे, कीं वसंत ऋतूंत सकाळापेक्षां संध्याकाळीं पाऊस पुष्कळ पडतो, आणि उन्हाळ्याच्या अखेरीस संध्याकाळापेक्षां सकाळीं अधिक पाऊस पडतो. तुफानें व्हावयाचीं तीं सूर्योदयानंतर थोड्या वेळानें होतात. कोणत्याही ऋतूंत पाऊस चोवीस तासांमध्यें हवा तेव्हां पडेल, परंतु रात्रीं जितका पडेल तितक्यापेक्षां दिवसास फार कमी पडेल.

उष्ण कटिबंधांतील देशांत इतर देशांपेक्षां वृष्टि अधिक होते, आणि देश जसजसा ध्रुवाला लगत असेल तसतशी

---

* हिंवाळ्यांत पाऊस पडतो हें ह्मणणें महाराष्ट्रांतील राहाणारांस वावगें वाटूं नये. कारण कीं हिंवाळ्यांत जेथें पाऊस पडतो असे देश पुष्कळ आहेत, आणि एथें जें वर्णन चाललें आहे हें इंग्लंड देश लक्षून चाललें आहे.

तेथें वृष्टि कमी कमी होते. कारण, कीं थंड देशापेक्षां उष्ण देशांत वातावरणाचे अंगीं वाफ उत्पन्न करण्याची शक्ति अधिक असते. समसीतोष्ण कटिबंधांत जशी पावसाची बुरबूर पडते, तशी उष्ण कटिबंधांत पडत नाहीं, तेथें सपाट्याच्या सरी येतात आणि तेणेंकरून सहा दिवस पाऊस पडून **युरोपखंडांत** जो पूर यावयाचा तो तेथें एके दिवसाच्या पावसानें येतो. तेथें पाऊस कमी ज्यास्त पडल्यावर हिंवाळा व पावसाळा ह्यांचा भेद आहे; हिंवाळ्यांत पाऊस थोडा पडतो आणि पावसाळ्यांत तर पावसाचीं साऱ्यांवर सात्रीं लागतात. व कांहीं तास पाऊस पडल्याशिवाय तर दिवसच जात नाहीं, ह्यामुळें नद्यांना मोठे पूर येतात. आणि कांहीं कांहीं देशांत, तर पुरामुळें शेजारच्या गावांत जाणें येणें देखील बंद होतें. **इंग्लंड** देशांत दर वर्षास एकंदर बत्तीस इंच वृष्टि होते, **स्काटलंडाच्या** पश्चिम भागांत तिसांपासून पसतीस इंचपर्यंत होते; त्याच्याच पूर्व भागांत विसांपासून अठ्ठावीस इंचपर्यंत, **एडिन्बरा** शहरांत साडेचोवीस इंच आणि **लंडन** शहरांत बेवीस पूर्णांक एक पंचमांश इंच होते. **ग्रेटब्रिटनांत** पूर्वेपेक्षां पश्चिमेस अधिक पाऊस पडतो, कारण, कीं पश्चिमेकडच्या वायूनें जे ढग येतात ते **अटलांटीक** महासागरावरील प्रथमतः तेथें येतात. **वेस्ट इंडीज** एथें दर वर्षास एकशें वीस इंच वृष्टि होते; **हिंदुस्थानांत** ऐशीं इंचांपासून शंभर इंचपर्यंत वृष्टि होते. त्यांत **मुंबई** शहरांत ब्यायशीं इंच होते आणि **कलकत्यास** एक्यायशीं इंच होते.

पाऊस पडण्याचीं लक्षणें.

डोंगर व दूरदूरचे पदार्थ नेहमीपेक्षां जवळ दिसूं लागले, लांबचा आवाज विशेषेंकरून स्पष्ट ऐकूं येऊं लागला व वनस्पतींचा वास नेहमीच्यापेक्षां अधिक येऊं लागला ह्मणजे लवकर पाऊस पडेल असें समजावें. पाऊस पडावयाचा सुमार आला ह्मणजे बदकें व पानकोंबडीं हीं आपल्या चोंचींनीं डोक्यावर पाणी उडवूं लागतात, गुरें आपल्या माना लांब करतात व नाकपुड्या फिदारून हुंगूं लागतात. कुतरीं खोलींत कोंडून ठेविलीं असतां गुंग होतात व ह्याप्रमाणें मांजरांचीही थोडीबहुत दशा होते. पाऊस पडायाचा असला ह्मणजे घोडे खिंखाळूं लागतात; पाकोळ्या खालून खालून फेऱ्या घालूं लागतात. नाजुक मनुष्यांचीं मस्तकें दुखूं लागतात. जखमा पूर्वीं बऱ्या झाल्या असतांही त्यांतून पुनः कळा निघूं लागतात. कांहीं कांहीं झाडांवरून व फुलांवरूनही पाऊस पडण्याची अटकळ होते. चंद्र स्वच्छ रूप्यासारखा दिसूं लागला ह्मणजे पाऊस अटपला असें समजावें; परंतु त्यांवर पिंगटवर्णाच्या छटा दिसूं लागल्या तर पाऊस पडणार आहे, असें समजावें. तसेंच चंद्राभोंवतें खळें पडलें असतां पाऊस पडेल असें समजावें.

आतां पावसापासून एखादे वेळेस मनुष्यांची गैर सोय होते खरी; परंतु तो त्यांच्या व पशूंच्या सुखास आवश्यक आहे. पावसामुळें जमिनीला ओल येऊन ती मऊ पडते, व तिला लागवडीची व वनस्पतींस जीवनोपयुक्त रस पोंहचविण्याची योग्यता येते. वनस्पतींचें जीवन झालें ह्मणजे त्यांपासून प्राणिमात्राचें पोषण होतें. उंच उंच डोंगरांवर

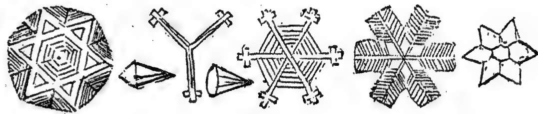
सामुळे जमिनीवर पडून त्यांच्या योगानें जमीन सुपीक होते, आणि अर्थातच वाय्वावरणही शुद्ध होतें. पावसानें उष्णता शमते; पाऊस पडतो ह्मणूनच झरे व नद्या ह्यांस पाण्याचा पुरावा होतो. पाऊस नसला ह्मणजे पुष्पें, वृक्ष, गुल्म, लता, इत्यादिक तत्काल कोमजून जातात, व कांहीं कांहीं तर मरतात. आणि असें झालें ह्मणजे सर्व पृथ्वी तेव्हांच ओसाड होईल. असो, हे अनर्थ बंद व्हावे ह्मणून मेघ यथाकालीं वर्षाव करतात, तेणेंकरून स्थावरजंगमास शक्ति येऊन भूलोक ताजातवाना होतो, वनस्पत्या हिरव्यागार रहातात आणि तेणेंकरून सर्व पृथ्वीस शोभा येते.

वाफेचे कण लहान आहेत तोंच थिजले असतां त्यांपासून हिम होतें. हिम व गारा ह्यांच्यामध्यें भेद इतकाच, कीं हिमाचे क्रिस्तल झालेले असतात आणि गारेचे क्रिस्तल झालेले नसतात. सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून हिमकण पाहिले असतां असें आढळतें, कीं जसे तेजःपुंज पदार्थाचे किरण चोंहींकडे सारखे फांकलेले असतात तसेच त्यांचे परमाणु एके मध्यबिंदूपासून चोंहींकडे फांकलेले असतात. हिमकण आकाशांतून पडूं लागले, ह्मणजे वाटेनें त्यांना दुसरे हिमकण मिळतात आणि तेणेंकरून पावसाच्या थेंबांप्रमाणेंच त्यांचें आकारमान वाढतें. हे कण फारकरून षट्कोण असतात, तथापि त्यांचे ठिकाणीं नानाप्रकारचे आकार आढळतात; ते प्रमाणांत असून सुरेख असतात. हिमकणांत





सूर्यकिरण प्रतिबिंबित झाले ह्मणजे मोठी शोभा दिसते. हे कण मोठमोठाले पडूं लागल्यास मेघगर्जना होईल असें समजावें. सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून हिमकण पाहिले असतां त्यांच्या ज्या ज्या निरनिराळ्या आकृति आढळतात. त्यांपैकीं कांहींएकांचा नकाशा खालीं काढला आहे.



हिमकणांचा व्यास एकतृतीयांश इंचापासून एकपसतीसांश इंचपर्यंत असतो. हिम पाण्यापेक्षां चोवीसपट हलकें असतें, आणि त्याला रहाण्यास पाण्यापेक्षां दाहापट किंवा बारापट जागा लागते. ही गोष्ट लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे, कीं हिम पडत असतां व तें पडावयाच्या सुमारास हवा बत्तीस अंश उष्ण असते.

हिम वाय्वावरणाच्या खालच्या प्रदेशांतही उत्पन्न होतें. जर एखाद्या खोलींतील वायु उष्ण असून त्यांत जलपरमाणु मिश्रित झालेले असले तर तेथें बाहेरून फार थंड वायूची झुळूक आली असतां हिम उत्पन्न होतें. शीतकटिबंधांत रहाणाऱ्या लोकांच्या झोंपड्यांतून ह्या रीतीनें हरहमेशा हिम उत्पन्न होतें. डाकतर **राबर्टसन** साहेबाचे सांगण्यांत आहे, कीं **सेन्तपीतसबर्ग** शहरांत एके ठिकाणीं पुष्कळ मंडळी जमून खूप गर्दी झाली होती, तेव्हां तेथें एके गृहस्थाचा ढका लागून एक तावदान फुटलें, तों त्या सरसा थंड वारा आंत शिरून खोलींतील वाफेचें तत्काल हिम होऊन खालीं पडलें. **सैबेरिया, नोव्राजेम्ला** व दुसरे उत्तरे

कडील देश ह्यांत असे चमत्कार नेहमी घडतात. समुद्राच्या सपाटी पासून कांहीं एक उंचीवर ह्मटलें ह्मणजे सर्व देशांत हिम होतें; परंतु हिम जमिनीवर पडावयाचें ह्मटलें ह्मणजे विषुववृत्तापासून जसजसा देश दूर असेल तसतसें तें अधिक पडतें. शीतकटिबंधांतील देशांत एप्रेल, मे आणि जून, ह्या महिन्यांत दाहा दिवसांत एखादा दिवस बर्फ पडल्यावांचून जातो; व हिम पडूं लागलें ह्मणजे तें इतकें पडतें, कीं एके घटकेंत त्याचे तसू तसू जाड थर जमतात. **जर्मनी, स्विट्जरलंड** व **इटाली** ह्या देशांतील पर्वतांवरून तर इतकालें हिम सांचतें, कीं त्याच्या कधीं कधीं टेकड्या होतात आणि त्यांपासून मोठाले अनर्थ होतात. ह्या हिमाच्या टेंकड्या कधीं कधीं डोंगरावरून सुटून कडा कोसळल्याप्रमाणें खालीं येतात आणि गांवचेगांव बसवितात. **स्विट्जरलंड** देशांत **ग्रिसन्स** प्रांतांत **रुक्रास** ह्मणून गांव आहे, तें सन १७४९ चे सालीं हिमाच्या टेकडी खालीं सांपडलें होतें. ह्या गावांवर हिमाची टेकडी रात्रीं कोसळली त्यावेळेस अगदीं शब्द झाला नाहीं; त्यामुळें तेथील लोकांस रात्रीं कांहीं कळलें नाहीं, परंतु ते सकाळीं उठतात तों त्यांस आढळलें, कीं आपण हिमाच्या टेंकडी खालीं सांपडलों, नंतर त्या हिमाच्या टेकडींतून शंभर मनुष्यें खणून काढलीं, त्यांपैकीं साठएक जिवंत निघालीं. जिवंत रहाण्यापुरता वायु त्या हिमाच्या भेगांतून होता, त्यामुळें तीं मनुष्यें वांचलीं. थोड्या वर्षांमागें अशीच एक हिमाची टेकडी एके घरावर पडली; तेव्हां त्या घराची एक मोठी तुळयी मजबूत होती, त्यामुळें तें घर टेकडी खालीं दबलें नाहीं. त्या घरांतील माणसें पंधरा दिवसप-

र्यंत तशींच राहिलीं, त्यांजवळ एक दुबती गाढव होती, तिचे दुधावर त्यांनीं पंधरा दिवस लोटिले; इतक्यांत त्यांस बाहेर काढिलें.

सृष्टिचक्रचालक परमेश्वरानें जी व्यवस्था केली आहे, तीस जसे इतर पदार्थ उपयोगी पडतात तसें हिमही फार उपयोगी पडतें. हिवाळ्यांत थंडीचा कडाका पडला ह्मणजे त्यापासून प्राण्यांपेक्षां वनस्पतींस फार इजा होते; ह्या कर-तां त्यांचे मुळांवर कांहीं झाकण नसेल तर त्या मरून जा-तील, ह्मणून परमेश्वरानें असें केलें, कीं पाणी इतर ऋतूं-मध्यें पर्जन्यरूपानें पडून वनस्पतींस जीव यावा आणि हिवाळ्यांत तेंच पाणी हिमाच्या रूपानें पडून वनस्पतींचा थंडीच्या कडाक्यापासून बचाव व्हावा. हिम पडलें असलें ह्मणजे जमिनीची अंतर्गत उष्णता बाहेर जाऊं शकत नाहीं, त्यामुळें लहान लहान झाडांस थंडी आहे तोंपर्यंत हिम हें प्रावरणच आहे. हा सर्व प्रकार उत्तरेकडील देशां-मध्यें विशेषेंकरून घडतो.

९ गारा हिमापेक्षां अधिक घट्ट असतात आणि त्या वातावरणाच्या उच्च प्रदेशीं वाफ गोठून उत्पन्न होतात. गा-रा कधीं कधीं वाटोळ्या असतात, कधीं कधीं मनोऱ्या सा-रख्या असतात, कधीं कधीं चापट असतात, व कधीं कधीं त्यांस कोनही असतात. गारा चिरून पाहिल्या असतां त्यां-तील कांहीं कांहींची रचना स्पंजासारखी अढळते, व कां-हीं कांहींची रचना (अभ्रकाच्या धोंड्याप्रमाणें) पत्र्यावर पत्रे रचिल्या सारखी आढळते. ह्याप्रमाणें त्यांच्या आकारमा-नांतही पुष्कळ भेद आढळतो. उत्तर युरोपांत बारिक बारिक गारा पडतात, आणि **फ्रान्स, स्पेन्, इटाली, वगैरे**

दक्षिणयुरोपांतील देशांत मोठमोठाल्या पडतात. स्काटलंडांत आदपाव वजनाच्या गारा पडलेल्या आहेत, आणि उत्तरअमेरिकेंत तर अछेर अछेर वजनाच्या गारा पडतात. सन अठराशें एकतिसाचे सालीं अक्टोबराच्या पांचवे तारखेस कान्स्टांटिनोपल शहरांत एक गारा पडली, ती तर अछेराहूनही अधिक वजनाची भरली. गारा ज्या वेगानें पडतात त्याविषयीं असा आजमास केला आहे, कीं त्या दर सेंकदास सत्तर फूट ह्मणजे दर घटकेस सुमारें दाहा कोस ह्या मानानें चालतात. गारांचा वेग इतका आहे, ह्मणूनच त्यापासून मोठमोठाले नाश होतात. कधीं कधीं त्याच्यामुळें शेतेंची शेतें बसतात, झाडांचीं पानें, फुलें, फळें गळून जातात, आणि एखादे वेळेस गुरूं ढोर किंवा मनुष्य देखील मेलें जातें. ग्लासेस्टर प्रांतांत थोड्या दिवसांमागें एक मोठें तुफान झालें, तेव्हां गारांचा वर्षाव झाला त्यांत नऊ नऊ इंच घेराच्या गारा पुष्कळ पडल्या.

६ पाण्याची वाफ किंचित् थिजून दृश्य झाली ह्मणजे तीस दहिंवर ह्मणतात. सूर्यास्त झाला ह्मणजे दहिंवर पडण्यास आरंभ होतो. दहिंवर दऱ्याखोऱ्यांतून नदी शेजारच्या जागेवरून जेथें पाणी पुष्कळ आहे त्या शेजारच्या जाग्यांवरून व जेथें झाडें वगैरे असतात त्या जाग्यांवरून फारच पडतें. इंग्लंडांत दहिंवर पडलें ह्मणजे तें झाडांचीं पानें, लांकूड, गवत, तावदानें ह्यांवरून बारिक पाऊस पडल्याप्रमाणें दिसतें, व तेणेंकरून जमीन चांगली भिजलेली दिसते. इंग्लंडांत, अप्रेल, मे, जून ह्या महिन्यांत इतर महिन्यांपेक्षां पुष्कळ दहिंवर पडतें. मध्यवृत्ताजवळच्या देशांत बहुतकरून सर्व वर्षभर सकाळीं दहिंवर कांहींना कांहीं

तरी पडतेंच. कांहीं कांहीं देशांत पाऊस फार थोडा असून दहिंवर इतकें पडतें, कीं त्याच्या योगानें पाऊस पडल्याचें बहुतेक फळ येतें. दहिंवर उत्पन्न होण्याचा प्रकार असा आहे, कीं दिवसास उन्हाची ताप पडली ह्मणजे पाण्याच्या व जमिनीच्या पृष्ठभागावरून बाष्पभवनानें बराच रसांश वाफेच्या रूपानें वाय्वावरणांत जातो. नंतर संध्याकाळ झाल्यावर तो अंश वायूनें स्थानांतरास नेला नसला तर असें घडतें, कीं रात्रीच्या उष्णतेमुळें वायूचे अंगीं जितका जलांश रहाण्याची योग्यता असते त्यापेक्षां अधिक झाल्यानें तो खालीं कोसळूं लागतो; ह्मणजे दहिंवर पडतें. नंतर होतां होतां रात्रीच्या उष्णतेमुळें वायूंत जितकी आर्द्रता रहावयाची तितकी राहिली ह्मणजे किंवा सूर्योदय होऊन पुनः उष्णता वाढूं लागली ह्मणजे दहिंवर पडणें बंद होतें.

दहिंवर थिजलें ह्मणजे त्याचे कण होतात. ह्या कणांनीं वनस्पतींचा थंडीपासून बराच बचाव होतो. पृथ्वीला लागून ज्या वाफा राहातात त्यांस धुकें ह्मणतात. ढग व धुकें ह्यांत भेद ह्मणून इतकाच कीं पाण्याच्या वाफा पृथ्वीला फार लगत असल्या ह्मणजे त्यांस धुकें ह्मणतात, आणि त्याच पृथ्वीपासून अंतरावर असल्या ह्मणजे त्यांस ढग असें ह्मणतात.

प्रकरण २.

वारा.

वायुरूप द्रव्य पृथ्वीला आसमंतात भागीं वेष्टून कितीएक कोसपर्यंत विस्तृत झालेलें आहे आणि नानाप्रकारच्या का-

रणांनीं उत्पन्न होणारी जी उष्णता व शीत ह्यांचा त्यावर व्यापार घडून त्याचे अंगीं चलन उत्पन्न होतें. आतां चलनयुक्त जो वायु त्यासच आपण वारा असें ह्मणतों, व त्यासच आपण त्याच्या वेगावरून झुळूक, वावटळ, तुफान, वावदळ इत्यादिक नावें देतों. विस्तव पेटला ह्मणजे त्याच्या धगीनें तेथील वायु पातळ होऊन वर चढूं लागतो आणि आसपासचा घन व थंड वायु ती रिकामी झालेली जागा व्यापण्यास तेथें येतो. ह्याप्रमाणें वायूस चलन प्राप्त होऊन विस्तवाकडे चोंहीकडून वारा वाहूं लागतो; परंतु विस्तवाच्या धगीनें उत्पन्न होणारा वारा विशेषसा आपल्या समजण्यांत येत नाहीं. आतां स्वाभाविक कारणांनीं वायु विरळ होऊन जो वारा उत्पन्न होतो त्याचा वेग इतका जबर असतो, कीं त्यापासून मोठमोठीं सृष्टींतील कार्यें घडून येतात व मनुष्यानें कलाकौशल्याच्या योगानें बांधलेल्या मोठमोठाल्या मजबूत इमारती देखील ढांसळतात. वायूचे ठायीं विरलता आणून वारा उत्पन्न करणाऱ्या कारणांत सूर्याची उष्णता हें ह्मणजे लहान कारण आहे असें नाहीं; सूर्यकिरणांच्या उष्णतेनें वायु तापला ह्मणजे तो वर चढूं लागतो, आणि त्याचे जागीं असमंतात भागांतील थंड वायूचा लोट येतो. ह्याप्रमाणेंच वाफेच्या रूपें वातावरणांत चढलेला जलांश अकस्मात् घट्ट होऊन पर्जन्यरूपानें पुनः पृथ्वीवर पडतो, तेव्हां सभोंवतालच्या वायूंतील उष्णता फिरते; आणि तेणेंकरून थंड वायु उष्ण वायूंत शिरून मोठा वारा उत्पन्न होतो. भूगोलावर निरनिराळ्या तऱ्हेचे वारे उत्पन्न होण्याविषयीं जीं विशेष कारणें आहेत, त्यांविषयीं विद्वान लोकांचीं भिन्न मतें आहेत. ह्याकरितां

त्या संदिग्ध मतांची वाटावाट न करितां देशपरत्वें वाऱ्याचे जे भेद दृष्टीस पडतात, त्यांच्या गुणदोषांविषयीं मात्र आपण विचार करूं.

२ साधारण रीतीनें वाऱ्याचे तीन भेद मानले आहेत. एक सामान्य किंवा सतत, दुसरा नियत, आणि तिसरा अनियत. निरंतर एका दिशेसच वाहाणाऱ्या वाऱ्यांस सामान्य वारे किंवा सतत वारे असें ह्मणतात, व ह्याच वाऱ्यांस व्यापारोपयोगी वारे असें ह्मणतात. ह्या प्रकारचे वारे मुख्यत्वें करून अयन वृत्तांच्या मधल्या प्रदेशांत व अयन वृत्तांपासून कांहीं अंश पलीकडेही वाहात असतात. विषुवद्वृत्ताच्या उत्तरेकडील प्रदेशांत हे वारे ईशान्य दिशेकडून वाहतात. ते कधीं कधीं पूर्वेकडे कललेले असतात व कधीं कधीं उत्तरेकडे कललेले असतात. विषुवद्वृत्ताच्या दक्षिणेस त्यांची वाहाण्याची दिशा आग्नेयी होय. हे वारे निरंतर एका दिशेनें वाहत असतात. ह्या वाऱ्यांविषयीं दुसरा असाही एक नियम आहे, कीं हे विषुवद्वृत्ताच्या उत्तर व दक्षिण ह्या दोनही प्रदेशांत तीस अंशांपलीकडे कधींही वाहत नाहींत. अटलांटिक महासागरांत व पासिफिक महासागरांत विषुवद्वृत्ताखालीं हे वारे सर्वकाळ पूर्वेकडून वाहातात, विषुवद्वृत्ताच्या उत्तरेकडच्या अंगास पूर्व व उत्तर ह्या दोन दिशांच्या मधून वाहातात, आणि दक्षिणेकडच्या अंगास पूर्व व दक्षिण ह्या दोन दिशांमधून वाहतात. ह्या वाऱ्यांचें मूळ असें असेलसें वाटतें, कीं उष्ण कटिबंधांत उष्णतेनें वाय्वावरण तापून त्यांतील वायु पातळ झाला ह्मणजे तो वर चढतो आणि त्याचे जागेवर समशीतोष्ण कटिबंधांतून थंड वायु मध्यरेषेकडे वाहूं लागतो. आतां ज्या प्रदेशांतून हे

वारे येतात त्या प्रदेशाच्या अंगीं जो वेग पृथ्वीचे दैनंदिन गतीमुळें आला असतो, तो ज्या प्रदेशाकडे ते जातात त्या प्रदेशाच्या वेगापेक्षां कमी असतो. आतां हा नवा वेग त्या वाऱ्यांच्या अंगीं एकाएकीं येत नाहीं, त्यामुळें ते मागें पडतात. पृथ्वीच्या अंगीं दैनंदिनगति नसती तर ते उत्तरेकडचे आणि दक्षिणेकडचे वारे झाले असते; पण गति आहे ह्यामुळें ते वारे ईशान्य व आग्नेयी ह्या दिशांचे झाले आहेत.

३ नियत वाऱ्यांस इंग्रेजी भाषेंत मनसून असें ह्मणतात. हा वारा वर्षांतून कांहीं एक नियत कालपर्यंत एके दिशेकडून वाहून पुनः तद्विरुद्ध दिशेकडून तितकाच कालपर्यंत वाहातो. अप्रेल, मे, जून, जूलाय, आगष्ट, आणि संप्तंबर ह्या महिन्यांत वारा सर्व हिंदुमहासागरावरून ह्मणजे दक्षिणोत्तर अठ्ठावीस अंशांचे मध्यें व अफ्रिका खंडाचा पूर्व किनारा आणि जपान देशाचा पश्चिम भाग ह्यांच्या मध्यें जो प्रदेश आहे त्यावरून दक्षिणेकडून किंवा आग्नेयीकडून वाहतो, आणि बाकीच्या साहा महिन्यांत ह्मणजे आकटोबर नोवेंबर, डिसेंबर, जानुएरी, फेब्रुअरी व मार्च ह्यांत त्या दिशा वदलून तद्विरुद्ध दिशांकडून वाहतो. आतां स्थलविशेषीं जमिनीच्या उच्च नीच भावामुळें दिशेला कांहीं अंतर पडतें. ह्या वाऱ्यांची दिशा वदलून तो नैर्ऋत्य दिशेकडून वाहूं लागण्याच्या सुमारास हिंदुमहासागरापासून खूप ढग उठतात आणि मोठमोठालीं तुफानें, विजांचा कडकडाट व पावसाच्या सरी हीं चालू होतात. ह्याप्रमाणें पुष्कळ दिवसपर्यंत झपाटा चालू असतो.

४ **मतलई व खार.**—मतलई व खार हे दोन नियत

वाऱ्यांचे भेद आहेत. हे उष्ण कटिबंधांतील सर्व समुद्र किनाऱ्यांवर व बेटांवर चालू असतात. आतां दिवसास कांहीं वेळपर्यंत समुद्रावरून जमिनीकडे वारा वाहात असतो; परंतु संध्याकाळ झाला ह्मणजे वारा वाहाण्याची दिशा फिरते, आणि तो तितकाच वेळपर्यंत जमिनीकडून समुद्राकडे वाहूं लागतो. ही उलटापालट होण्याचें कारण असें आहे, कीं जमिनीपेक्षां पाण्याचे अंगीं उष्णतावाहकत्व विशेष आहे त्यामुळें त्याचे अंगीं सम उष्णता निरंतर विशेष असते. दिवसास जमीन बरीच तापते व तीवरील वायु पातळ होऊन वर चढतो, ह्याकरितां दुपारानंतर समुद्राकडून जमीनीकडे वारा वाहावयास लागतो कारण त्या वेळेस समुद्राच्या अंगीं जमीनीपेक्षां उष्णता कमी असते. आतां रात्रीस जमीन निवून तिची उष्णता फार कमी होते, आणि समुद्राच्या अंगीं जमीनीपेक्षां उष्णता विशेष असते, ह्यामुळें समुद्रावरील वायु जमिनीवरील वायूपेक्षां अधिक उष्ण असल्यामुळें तो पातळ असतो, ह्मणून जमिनीवरचा थंड वायु समुद्राकडे जातो, तेणेंकरून रात्रीं जमिनीकडून समुद्राकडे वारा वाहातो.

५ **अनियत वारा.**—उष्ण कटिबंधाच्या दक्षिणेस व उत्तरेस जे देश आहेत त्या बहुतेकांमध्यें वाऱ्याच्या वाहाण्याच्या वेळेविषयीं कांहींच नियम नाहीं व त्याचा वाहाण्याचा रोखही वर्षांतून कांहीं कांहीं ऋतूंमध्यें बदलतो. **जर्मनी** देशांत **गाटिंजन, म्यूनिक, वर्सबर्ग, ड्युसेलडार्फ, अरफोर्ड** आणि **ब्यूडा** इतक्या ठिकाणीं बहुतकरून पूर्वेकडून वारा वाहत असतो. **प्रेग** व **वर्टिंबर्ग** एथें आग्नेयीकडून वारा वाहतो. **राटिसबोन** येथें ईशान्येकडून वाहातो, आणि **मान-**

हीम व **बर्लिन** एथें पश्चिमेकडून वाहातो. **फ्रान्स** देशाच्या नैर्ऋत्य दिशेकडील सर्व किनाऱ्यांवर बहुतकरून उत्तर, वायव्य व ईशान्य ह्या दिशांकडून वारा वाहत असतो. पश्चिम किनाऱ्यांवर पश्चिम, वायव्य आणि दक्षिण ह्या दिशांकडून वाहतो आणि उत्तर किनाऱ्यावर नैऋत्य दिशेकडून वाहातो. **ग्रेटब्रिटन** देशांत ईशान्य व नैऋत्य ह्या दिशांकडून वारा बहुतकरून वाहतो, आणि कधीं कधीं वायव्य आणि आग्नेयी ह्या दिशांकडून वाहतो. वारा कोणकोणत्या दिशेकडून कधीं कधीं वाहतो ह्याविषयीं **रायल**सोसायटीचे दहा वर्षांचे हिशेबावरून पाहातां असें दिसतें, कीं **लंडन** शहरांत ह्या पुढील क्रमानें वारा वाहतो; नैऋत्येकडून वर्षांतून एकशें बारा दिवसपर्यंत वाहतो, ईशान्येकडून अठ्ठावन्न दिवस, वायव्येकडून पन्नास, पश्चिमेकडून त्रेपन्न, आग्नेयीकडून बत्तीस, पूर्वेकडून सव्वीस, दक्षिणेकडून अठरा आणि उत्तरेकडून सोळा. **रायल**सोसायटीच्या लेखावरून दुसरें असेंही एक दिसतें, कीं वर्षांतून कोणत्याही महिन्यांत सामान्यतः पाहिलें असतां इतर दिशांकडील वाऱ्यांपेक्षां नैर्ऋत्य दिशेकडील वारा अधिक वेळ वाहतो. जानेवारी, मार्च, अप्रेल, मे व जून ह्या महिन्यांत ईशान्येकडील वारा अधिक वाहतो. वायव्येकडील वारा नवंबर पासून मार्च पावेतों अधिक वाहतो आणि सप्तंबर अकटोबर ह्या महिन्यांत फार थोडा वाहतो. **स्काट्लंड** देशांत नैर्ऋत्य दिशेकडून हरहमेशा वारा वाहतो, व त्यांतही पश्चिम किनाऱ्यावर तर फारच. **एडिन्बरा** शहरांत दोनशें तीस दिवसपर्यंत पश्चिमेकडून वारा वाहतो, आणि एकशें पसतीस दिवसपर्यंत पूर्वेकडून वाहतो. **स्काटलंडांत** वायव्येस

मरे ह्मणून किनारा आहे तेथें वारा नैर्ऋत्य दिशेकडून वर्षांतून आठ महिनेपर्यंत वाहत असतो, व **अरशायर** प्रांतांत **साल्टकोट** एथें वर्षांतून नऊ महिने वाहतो. अप्रेल व मे ह्या महिन्यांत **ग्रेटब्रिटन** देशांत सर्वत्र साधारण मानानें पूर्वेकडून वारा वाहत असतो, आणि पूर्वेकडील किनाऱ्यावर त्यापासून फार उपद्रव होतो.

उष्ण कटिबंधांतील देशांत जसे हरहमेशा वाऱ्यामुळें अनर्थ होतात तसे उत्तरेकडील देशांत होत नाहींत, ही तर गोष्ट खरीच, पण **इंग्लंड** देशांत देखील कधीं कधीं वाऱ्यामुळें मोठमोठे अनर्थ झाले आहेत. सन सत्राशें तीन ह्यांत डिसेंबर महिन्याचे सत्ताविसावे तारखेस एक मोठें तुफान झालें, त्या वेळेस वाऱ्यांत असा कांहीं जोर होता, कीं त्यापासून वीज पडल्याप्रमाणें मोठा भयंकर शब्द होत होता, आणि त्या शब्दानें सर्व मनुष्यांचे पोटांत धडकी भरली. त्या वेळेस ज्या इमारती कोसळल्या त्यांखालीं एकशें तीस माणसें सांपडून मेलीं, व **सेवर्न** व **टेम्स** ह्या नद्यांत व इतर ठिकांणीं गलबतें फुटून एकंदर आठ हजार माणसें मेलीं. घरें, देवळें, शेतें, झाडें, वगैरे सर्व खराब झालें. लहान लहान घरें भुसा सारिखीं उडून गेलीं, आणि मोठमोठाले वाडे होते त्यांपैकीं आठशें जमीनदोस्त झाले. **सेवर्न** नदीच्या कांठीं पंधरा हजार मेंढरें मरून पडलीं, व **केंट** प्रांतांत वीस हजार पडलीं. तीनशें जहाजें, तीनशें होड्या व पांचशें नावा अगदीं नाहींशा झाल्या. ह्या प्रकारें ह्या तुफानानें मोठा अनर्थ झाला. एकल्या **लंडन** शहरांत त्यापासून जो नाश झाला तो दोन कोट रूपयांवर झाला. असो, सारांश वायुद्रव्य निराकार असतांही त्यास सवेग

गति प्राप्त झाली असतां असे भयंकर परिणाम होतात. ह्या द्रव्याचे परमाणु इतके सूक्ष्म असतांही त्याच्या शक्तीचा अवरोध करण्यास मनुष्याची अक्कल चालत नाहीं.

६. **घातुक वारे.**– हे वारे दक्षिणेकडील देशांत बहुत-करून वाहत असतात. त्यांपैकीं हार्मतन ह्मणून एक वारा आहे, तो **अफ्रिका** खंडावरून नियत कालीं **अटलांटिक** महासागराकडे वाहत असतो. डिसेंबर, जानेवारी व फेब्रु-वारी, हे महिने त्याचा वाहाण्याचा मुख्य काळ होय. दिव-सांतून तो अमुक प्रहरीं वाहूं लागतो असा कांहीं एक नेम नाहीं. तो हवा त्या वेळेस येतो आणि एकदां आला ह्मणजे पांच पांच साहा साहा दिवसपर्यंत तसाच राहतो. दर एक काळांत ह्मणजे पावसाळ्यांत, हिवाळ्यांत व उन्हाळ्यांत त्याच्या तीन चार पाळ्या होतात. त्याचे अंगीं रखरखीत-पणा फार असतो व तो वाहत असतां दहिंवर अगदीं पडत नाहीं, त्यामुळें वनस्पति कोमजून जातात, ओलें गवत वाळून अगदीं सुकें होतें, बुकें कितीही घट्ट बांधून ठेविलीं असलीं तरी पुट्ठे विस्तवाजवळ ठेविल्याप्रमाणें वांकून वांकडेतिकडे होतात, व फळ्या, पाट, खुर्च्या, टेबलें वगैरे लांकडी सा-मानाचा खराबा होतो. ह्या वाऱ्याच्या शुष्कतेमुळें मनु-ष्यांच्या शरीरालाही कांहीं इजा होते. नाकपुड्या, डोळे, ओठ हीं सुकून जातात, तोंडाला कोरड पडते, ओ-ठांची व नाकाची आग होते व आंगाला चिणचिण सु-टते. हार्मतन वारा चालू असला ह्मणजे अंगाचीं कातडीं जाऊं लागतात त्यांत प्रथम हातांचीं आणि पायांचीं जातात मग शेवटीं सर्व शरीराचीं जातात.

सिराको ह्मणून एक वारा आहे, तो कांहीं अंशीं हार्म-

तन वाऱ्यासारिखाच असतो. तो सुटला ह्मणजे कधीं कधीं पुष्कळ दिवसपर्यंत तसाच राहातो. त्याची उष्णता मध्यम मानानें एकशें बारा अंश असते. ह्या वाऱ्यापासून झाडांला व मनुष्यांला मोठा उपद्रव होतो आणि त्यांतही परदेशचीं जीं मनुष्यें असतात त्यांस तर फारच उपद्रव होतो. हा वारा सुटला ह्मणजे शक्ति क्षीण होते व अन्न पचन होणें तर इतकें बंद होतें, कीं जर कोणीं रात्रीस जडान्न खाल्लें तर तो बहुतकरून त्याच रात्रीं आटपतो. हा वारा वाहत असतां रोगास फारच जोर येतो, आणि ह्याकरितां अशी चाल पडून गेली आहे, कीं सारी रात्र हा वारा वाहिला असतां सकाळीं चौकशी करतात, कीं रात्रीं आजारी लोकांपैकीं कोणकोण खपले आहेत. सिरोको वारा सुटला ह्मणजे जिकडे पाहावें तिकडे सर्व म्लान दिसतें. वनस्पति कोमजून मरतात; जनावरें अगदीं गळून जातात. यत्किंचित् मेहनत करीन ह्मटलें तर मनुष्याला शक्ति नसते. **सिसिली** बेटांत **पालर्मो** ह्मणून एक शहर आहे, तेथें हा वारा वर्षांतून फार वेळां सुटतो. आतां हा वारा सुटला, ह्मणजे तेथील लोक घराचीं दारें, खिडक्या वगैरे बंद करून बाहेरची हवा आंत येऊं देत नाहींत. खिडक्यांना दारें नसलीं तर त्यांचे जागीं घोंगड्या भिजवून आंतले अंगानें टांगतात, व खोल्या खोल्यांतून चाकर एकसारखे पाणी शिंपीत असतात. त्या वेळेस शहरांतील सर्व रस्ते ओसाड दिसतात. **युरोप** खंडांत **इटली**, **ग्रीस**, **लिवान्ट** व दक्षिणेकडील दुसरे देश ह्यांत ह्या वाऱ्याचा उपद्रव आहे; परंतु दैवयोगानें एवढें बरें आहे, कीं हा वारा तेथें फार वेळ रहात नाहीं. हा **आफ्रिका** खंडांतील रेती-

च्या मैदानांत तप्त झालेल्या वाळूपासून उत्पन्न होऊन ह्या देशांत येतो. **सिसिली** बेटांत बहुतकरून हा वारा दीड पावणेदोन दिवसांवर रहात नाहीं.

सामील नामक वारा ह्या सर्व वाऱ्यांहून फारच भयंकर आहे. तो **अर्बस्थान**च्या दक्षिण किनाऱ्यावर व **बगदाद** शहराच्या शेजारच्या रानांत वाहत असतो. ह्या वाऱ्याच्या अंगीं प्राणनाशन शक्ति कोणत्या गोष्टीनें आली आहे, हें कोणास सांगतां येत नाहीं. कारण त्याचे तडाक्यांत सांपडलेल्या पैकीं त्याचें वर्तमान सांगावयास आजपर्यंत कोणीच मागें राहिलें नाहीं. इतकें मात्र लोकांत प्रसिद्ध आहे, कीं हा वारा बहुतकरून दृश्य असतो, ह्याचा रंग निळ्या वाफेसारखा असतो, आणि तो जमिनीसरसा मोठ्या सुसाट्यानें वाहतो. **इराण** देशांतील व **अर्बस्थानां**तील लोक ह्या वाऱ्याचें वर्णन करीत असतां त्यांचा थरकाप होतो. हा वारा यावयाचा असला ह्मणजे त्याचें ज्ञान उंटांना पूर्वींच होतें. मग तें त्यांस ईश्वरानें कांहीं चमत्कारिक बुद्धि दिली आहे तीमुळें होवो, अगर ते तेथचे राहाणारे ह्मणून त्यांस अनुभव आहे त्यामुळें होवो. ह्या प्रसंगीं ते मोठ्यानें ओरडतात, आणि आपलीं नाकें रेतींत खुपसून झांकून टाकितात. **बगदाद** शहराजवळच्या रानांत हा वारा जुलई व आगष्ट ह्या महिन्यांत सुटतो आणि तेथून मोठ्या जोरानें **बगदाद** शहराच्या वेशीजवळ येतो; परंतु तो शहरांत जाऊन कोणालाही उपद्रव देत नाहीं. ह्या वाऱ्यापासून आपला बचाव करावा ह्मणून वाटसरू जमिनीला तोंड लावून पालथे पडतात, आणि तसेच तो जाईपर्यंत असतात. कारण तो फार वेळ रहात नाहीं. नंतर त्या तडाक्यांतून जे

वांचतात त्यांस उठण्यापुरती हिंमत आली ह्मणजे ते आपल्या सोबत्यांची कशी काय अवस्था आहे हें पाहाण्याकरितां त्यांचे हात किंवा तंगड्या ओढून पाहतात. कारण ह्या वाऱ्यानें जे मरतात त्यांचे हात पाय ओढिले असतां शरीरापासून ओढून येतात. **फाकलंडाच्या** बेटांत कधीं कधीं एक प्रकारचा वारा सुटत असतो. त्याच्या योगानें झाडें करपून जातात, व पक्ष्यांचे हात पाय असे अखडतात, कीं ते पुनः बरे होतच नाहींत, व मनुष्यांस दमा लागतो व त्यांचे घसे दुखूं लागतात. आतां हा वारा बहुतकरून एक दिवसावर रहात नाहीं.

सिमून ह्या नावाचा एक कढत वारा आहे, तो **अर्बस्थान ईजिप्त, सिरिया** व त्यांचे आसपासचे दुसरे देश ह्यांत वहात असतो. **अर्बस्थानां**त हा वाहूं लागला ह्मणजे आकाश काळें धुंद होतें, सूर्याचें तेज नाहींसें होऊन तो लाल गोळा दिसूं लागतो, आणि वाय्वावरण धुळीनें दाटतें. हा वारा सुटला ह्मणजे प्रथमतः हलका असतो व विशेषसा उष्णहीं नसतो. परंतु पुढें होतां होतां थोड्याच वेळानें त्याची उष्णता एकशें अठ्ठावीस अंश होते. हा वारा येऊं लागला ह्मणजे प्राणिमात्राच्या शरीरांत विकृति होण्यास प्रारंभ होतो, आणि तेणेंकरून त्यांस त्याच्या येण्याचा रंग समजतो. ह्या वाऱ्याच्या योगानें फुपुस आकुंचित होऊन दुखूं लागतात, श्वासोश्वास जलद होऊन दम लागतो, त्वचा करपून शुष्क होते, व शरीरांत दाह होतो. हा वारा वाहूं लागला ह्मणजे शहरांतील व खेड्यांतिल राहाणारे लोक आपआपल्या घरांत बसतात, व रानांतील लोक आपल्या तंबूंत किंवा जमिनींत खळगे पाडलेले असतात त्यांत बस-

ात; ह्यामुळें रस्ते ओसाड पडून जिकडे तिकडे रात्रीप्र-
ाणें स्तब्ध होते, ह्या प्रसंगीं वाटसरांस आपला प्राण बचा-
ण्यास ह्मणून कायती एक युक्ति आहे, ती अशी, कीं त्यां-
नीं जमिनीला तोंड लावून पालथें पडावें आणि होईल ति-
तका वेळपर्यंत आंत श्वास ओढूं नये. **ब्रूस** साहेब रानां-
तून जात असतां त्याची व ह्या वाऱ्याची गांठ पडली हो-
ती, त्यावरून तो ह्याची हकीकत येणेंप्रमाणें सांगतो.—आ-
करा वाजतां आह्मी **चीगर** पर्वताच्या माथ्यावर हिंडत हो-
तों, आणि पाणीबिणी पिऊन आराम पावणार तों इतक्यांत
इद्रिस ह्मणून आमचा वाटाड्या होता, तो मोठ्यानें ललका-
रून ह्मणाला, सिमून वारा आला लवकर भुयीवर पालथे
पडा. मी पाहूं लागलों तों आग्नेयी दिशेस इंद्रधनुष्यांतील
जांभळ्या रंगाप्रमाणें कांहीं धुकें दृष्टीस पडलें. तें जमिनी-
पासून वरतीं आठ हातांवर होतें व त्याची उंची एक हात
होती. हा वारा इतक्या सपाट्यानें वाहत होता, कीं मला
जमिनीवर पडण्यापुरता देखील अवकाश साधण्यास क-
ठीण पडलें. मी उत्तरेकडे डोकें करून भुयीवर पडलों
तों त्या वाऱ्याची धग माझ्या तोंडास लागली. असो, ह्या-
प्रमाणें सर्व आह्मी जमिनीवर मेल्याप्रमाणें पडलों. शेवटीं
इद्रिस यानें आह्मांस सांगितलें, कीं आतां वारा निघून गे-
ला तेव्हां उठलों, आणि पाहिलें तो जांभळ्या रंगाचें जें
धुकें दिसत होतें तें तर नाहींसें झालें; परंतु अद्यापि जो
वारा वाहत होता तो गुदमरून जाण्याजोगा कढत होता.
सिमून वाऱ्याचा थोडासा अंश माझ्या पोटांत गेला, आणि
तेणेंकरून मला दम्याची व्यथा जडली. ती मी पुढें दोन
वर्षांनीं **इटली** देशांत गेलों तोंपर्यंत बरी झाली नाहीं.

झंझावात.– वारा मोठ्या झपाट्यानें वाहूं लागला व त्या-बरोबर विजा चमकून त्यांचा मोठा गडगडाट होऊन पाऊस पडूं लागला ह्मणजे त्यास झंझावात असें ह्मणतात. हें तुफान फारकरून **वेस्तइंडीज** बेटांत व **केप आफ्गुड-ह्मोपाचे** आसपास होतें. हें तुफान व्हावयाचें असलें ह्मणजे प्रथमतः एक काळा लहानसा ढग क्षितिजावर येतो. हा ढग वावदळ जेथें होणार तेथें येऊन पोहोंचेपर्यंत समुद्रावर किंवा जमिनीवर तुफानाचें ह्मणून कांहीं एक लक्षण नसतें; परंतु तो ढग तेथें येऊन पोहोंचला ह्मणजे चहूंकडेस काळोख करून टाकतो. हें तुफान व्हावयाचें जवळ जवळ आलें ह्मणजे डोंगरांच्या गुहांतून गुणगुण ऐकूं येत असते, व गुरें हें तुफान होणार असें समजून आश्रयाकरितां शेतांत पळूं लागतात. तुफानाच्या आरंभीं जो त्याचा झपाटा असतो तो विजातीयच भयंकर असतो, व तें व्हावयाचे वेळेस सूर्य मध्यान्हीं जरी प्रकाशित असला तरी तो एक दोन पळांत झांकून जाऊन मध्यरात्रीप्रमाणें काळोख पडून विजा चमकण्याचा सपाटा चालतो, आणि पाऊस सपाट्यानें कोसळतो. ह्या प्रसंगीं विजांच्या चमकण्यापासून मात्र काय तो उजेड पडतो; पण तो उजेड इतका असतो, कीं त्यानें वाचतां येतें. झंझावात सुटला ह्मणजे असें वाटतें, कीं मनुष्यांनीं आजपर्यंत स्वकष्टानें जीं जीं, इमारती वगैरे कृत्यें करून ठेविलीं आहेत तीं व सृष्टींत जीं स्वभावसिद्ध कृत्यें आहेत तीं धुळीस मिळविण्यास सर्व भूतांनीं शस्त्रच धरिलें आहे काय? वाऱ्याचा वेग तर काय सांगावा! त्याच्या झपाट्यानें द्राक्षांचे मांडव, उसांच्या बा-

गा, घरें वगैरे उडून जातात, व होड्या व जहाजें समुद्रांत बुडतात.

सर्व दिशांकडून एकाएकीं जो वाऱ्याचा सोसाटा येतो त्यास वावटळ असें ह्मणतात. ह्याचा कडाका झंझावातापेक्षांही मोठा असतो. चोहींकडून एके ठिकाणावर एकदम वारा येतो आणि त्याचा जोर असा असतो, कीं त्यावर उपाय ह्मणून कांहीं चालत नाहीं. वारा चोहोंकडून आला ह्मणजे त्याची गति चक्राकार होऊन वावटळ होते. आणि ती जसजशी फिरते तसतसा तिचा घेर वाढतो, आणि त्यांत जें कांहीं सांपडेल तें सर्व ती पकडते. ह्या वावटळीच्या घेराबाहेर राहाण्यास खलाशी लोकांस फारच जपावें लागतें. जरका तिच्या घेरांत गलबत सांपडलें तर तें मोठ्या संकटांत पडतें. **आफ्रिका** खंडांच्या पश्चिम भागांतील **गिनी** वगैरे देशांच्या किनाऱ्यानें हें तुफान बहुतकरून नेहमीं होतें.

वाऱ्यांच्या गतींत अनेक भेद आहेत. वायूचे अंगीं किंचित् विरलता येऊन जो वारा उत्पन्न होतो तो ह्मटला ह्मणजे सुमारें दर तासास अर्ध कोसापासून दीड कोसपर्यंत चालतो. वाऱ्याची झुळूक दर तासास दोन कोसांपासून तीन कोसपर्यंत चालते. तीच अमळशी मोठी असल्यास पांच कोसांपासून आठ कोसांपर्यंत चालते. मोठा वारा असला तर तो पंधरा कोसांपासून सतरा अठरा कोसपर्यंत चालतो. वावदळाचा वारा दर तासास पंचवीस कोस चालतो. मोठें तुफान असलें तर तें तीस कोस चालतें. झंझावात असल्यास तो चाळीस कोस चालतो, आणि तोच जर मोठमोठाल्या मजबूद इमारती पाडण्या-

जोगा व मोठमोठ्या वृक्षांचें विदारण करावयाजोगा असेल तर दर तासास पन्नास कोसपर्यंत चालतो.

ह्याप्रमाणें घातुक वाऱ्यांचे व प्रचंड वाऱ्यांचें संक्षिप्त वर्णन केलें. आतां वाऱ्यांपासून मोठमोठ्या नासधुशी होतात ही तर गोष्ट खरीच; परंतु त्यांपासून उपयोगी अशीं मोठमोठालीं कार्यें बहुत घडतात. ते वाय्वावरणास शुद्ध करतात. धुकें व जीवांस उपद्रव करणाऱ्या दुष्ट वाफा ह्यांस ते घालवितात. तेच समुद्राचे पाण्याचे अंगीं गति राखून त्यास खराब होऊं देत नाहींत. उन्हाळ्यांत गर्मी होऊं लागली ह्मणजे आपणास तेच गार करतात. त्यांच्याच बळावर पवनचक्की वगैरे यंत्रें निरंतर चालू होतात. त्यांचेच बळावर तारवें दूर देशीं जातात आणि तेणेंकरून देशोदेशींचे मनुष्यांमध्यें दळणवळण वाढून व्यापार व विद्या ह्यांचा उत्कर्ष होत जातो.

प्रकरण ३.

वाय्वावरण संबंधानें घडणारे विद्युताश्रय चमत्कार.

आकाशांत ज्या मौजा दृष्टीस पडतात त्या सर्वांत अरूणप्रकाशाची मौज चमत्कारिक आहे. अरूणप्रकाशाच्या स्वरूपांत ह्याप्रमाणें भेद दृष्टीस पडतात. १ सूर्योदय होण्याचे पूर्वीं पूर्वेकडेस जो प्रकाश पडतो त्याप्रमाणें हा प्रकाश क्षितिजास लागून असतो. हा प्रकाश उत्तरेस किंवा उत्तरेकडून पश्चिमेकडे अकरा अंशपर्यंत बहुतकरून पडतो, व हा कधीं कधीं काळसर मेघांतून बाहेर निघावा असा दिसतो. २ बारीक, निरनिराळे व तेजःपुंज असे दाट प्रका-

शाचे किरण दृष्टीस पडतात. हे किरण कधीं कधीं एक अथवा अर्ध मिनिटपर्यंत स्थीर दिसतात, आणि फारकरून शीघ्रगतीनें पूर्वेकडून पश्चिमेकडे किंवा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे भ्रमण करतात. २ प्रकाशाच्या छटा दृष्टीस पडतात; ह्या किरणांमागून येतात. ह्यांचा रोख व किरणांचा रोख एकच असतो. ह्या फारकरून क्षणोक्षणीं नाहींशा होऊन क्षणोक्षणीं दृष्टीस पडतात, आणि ह्याप्रमाणें छटांचा खेळ कित्येक तासपर्यंत चालला असतो. ह्या किरणांप्रमाणें पूर्वेकडून पश्चिमेकडे व पश्चिमेकडून पूर्वेकडे भ्रमण करीत नाहींत. छटा किरणांपेक्षां फार रुंद असतात व विशेष पसरलेल्या असतात, परंतु त्यांचा प्रकाश किरणांच्या प्रकाशापेक्षां कमी असतो. ह्या छटा कधीं कधीं मुख्यत्वेंकरून आकाशाच्या उत्तर दिशेस मात्र असतात, आणि कधीं कधीं त्यांच्या योगानें सर्व आकाश प्रकाशित होत असतें. ह्याप्रमाणें अरुणप्रकाशाचे स्वरूपांत मुख्य भेद आहेत.

अरुणप्रकाश हा प्राचीन कालापासून माहीत आहे. ह्याविषयीं **हिरादतस**, **जेनफन**, **दायोदरस**, **सिक्युलस**, **होमर**, **वर्जिल** आणि **हालंडांतील** कवी **ओश्यन** ह्यांनीं वर्णन केलें आहे. उल्कापतनावर **आरिस्तातलानें** ग्रंथ लिहिला आहे, त्यांत तो अरुणप्रकाशाविषयीं असें लिहितो, कीं हवा स्वच्छ असली ह्मणजे ज्वाला व धूर मिश्र झाल्याप्रमाणें एखादे वेळेस रात्रीं प्रकाश पडतो. त्यांत जांभळा व लाल हे दोन रंग मुख्यत्वेंकरून असतात. सन १७१६ च्या सालीं मार्च महिन्याच्या साहावे तारखेस **इंग्लंडांत** अरुणप्रकाश दृष्टीस पडला. त्या समयीं हा प्रकाश असा

कांहीं चकचकीत होता, कीं तो पाहतांच लोकांनीं अशी कल्पना केली, कीं पुढें कांहीं तरी मोठमोठीं युद्धें किंवा दुष्काळ अगर राज्यक्रांति होणार, ह्याकरितां त्याचीं हीं पूर्व लक्षणें होत आहेत. इंग्लंडांत ह्या काळापुढें हा प्रकाश पहिल्यापेक्षां पुष्कळ वेळां दृष्टीस पडला.

डाक्तर **डाल्टन** साहेबानें पाहिलेल्या अरूणप्रकाशाचें ह्याप्रमाणें वर्णन केलें आहे. प्रारंभीं दक्षिणेकडे कांहीं विलक्षण लाल ढग आले. त्यांपासून इतका प्रकाश पडला, कीं रात्रीं चांदणें नसतांही आठ वाजतां वाचायापुरतें दिसत होतें. पुढें साडेनऊ वाजल्यापासून दाहा वाजे तोंपर्यंत तीन तैजस धनुष्यें दिसत होतीं. त्यांपैकीं एक दक्षिणेकडे क्षितिज्याजवळ होतें व तें मोठें तेजःपुंज होतें. आणि दोन एककेंद्रक होतीं, आणि तीं उत्तर दिशेकडे होतीं. साडेदाहा वाजतां आग्नेयीकडे अगदीं खालीं प्रकाशाच्या छटा दिसूं लागल्या, आणि पुढें त्यांची संख्या वाढून त्या विशेष वेगानें खमध्यापर्यंत येऊं लागल्या, तों अकस्मात सर्व आकाशमंडल त्यांनीं व्याप्त होऊन अवर्णनीय चमत्कार दिसूं लागला. उजेड तर खूपच पडला होता, तेजाच्या हजारों छटा मोठ्या वेगानें चालल्या होत्या, व नानाप्रकारच्या रंगांचें चमत्कारिक मिश्रण झालें होतें. ह्या योगानें आकाशाचें स्वरूप भयंकर दिसत असतांही मोठें मौजेचें दिसे. जोंतो ही मौज पाहून आश्चर्य करीत आहे तों रंगाची शोभा नाहींशी झाली, आणि तेजाच्या छटा बंद होऊन किरण चमकावयास लागले.

टामस डिक साहेबानें सन १८३९ चे सालीं नोवेंबराच्या सत्राव्या तारखेस अरुणप्रकाशाचा चमत्कार पाहि-

ला, तो येणेंप्रमाणें.—रात्रीं नऊ वाजावयाचे अंमळ पूर्वी प्रथमतः प्रकाशाच्या छटा दिसूं लागल्या; पुढें त्यांच्या प्रकाशानें चांदण्या रात्रीप्रमाणें दिसूं लागलें. दाहाचे सुमारास अरूणप्रकाश पूर्ण झाला. त्या वेळेस खमध्याजवळील एका बिंदूपासून तीस चाळीस अंशपर्यंत प्रकाशाच्या छटा सर्व दिशांकडे फांकल्या होत्या. ह्या अरूणप्रकाशामध्यें विशेष ह्मणून इतका होता, कीं कांहीं काळसर तांबड्या रंगाच्या रूंद रूंद प्रकाश छटा चोहींकडे पसरून त्या विशेष चकचकित अशा पिवळ्या रंगाच्या छटांशीं मिश्र झाल्या होत्या; तेणेंकरून आकाशाचें स्वरूप पहातांच पाहाणाऱ्याच्या मनांत दहशत बसे. ही मौज पाहांटेचे चार वाजेपर्यंत चालली होती व ती सर्व **ग्रेटब्रिटनां**त दृष्टीस पडली. **लंडन** शहरांत ह्या वेळेस अशी कांहीं मौज झाली, कीं पोलीसचे शिपायांस अरूणप्रकाशाचें ज्ञान नव्हतें, ह्यामुळें त्यांस असें वाटलें, कीं शहरास चोहींकडून आग लागली, आणि ते कोठें आग लागली आहे हें पाहाण्याकरितां रस्त्यांतून इकडून तिकडे धावूं लागले. सन १८४७ त सप्तेंबर महिन्याच्या एकुणतिसाव्या तारखेस रात्रीं दाहा वाजतां **डंडी** शहराजवळ असाच विलक्षण अरूणप्रकाश पडला. त्या वेळेस उत्तरेकडे आकाश खूप लखलखीत झालें होतें, व शेंकडों नागमोडी प्रकाश छटा खमध्याकडे चालल्या होत्या. ह्या अरूणप्रकाशांत विशेष असा होता, कीं जो भाग आकाशाचा अगदीं स्वच्छ होता, त्यांत एकाएकींच कित्येक अंश रूंद व चाळीस पन्नास अंश लांब असा तेजाचा धोत मोठ्या भुजंगाप्रमाणें वळवळत निघावा, तो नाहींसा होतो तों दुसरा निघावा. ह्याप्रमाणें बहु-

तेक सर्व आकाशभर तेजाचे धोत दिसून ते पुनः नाहींसे होत.

समसीतोष्ण कटिबंधांतील देशांपेक्षां ध्रुवालगतच्या देशांत अरुणप्रकाश बहुत वेळां दृष्टीस पडतो, व तो फार लखलखीत असतो. अरुणप्रकाश पडला ह्मणजे तो असे तोंपर्यंत फूत्कार ऐकूं येतो असें ह्मणतात. हिंवाळ्यांत रात्र मोठी झाली ह्मणजे तारे व अरुणप्रकाश ह्या दोहींचा प्रकाश मिळून वाटसरांस मार्गानें चालण्यापुरता व अवांतर धंदे करायापुरता उजेड होतो. ह्या गोष्टीचा परिचय इतर देशांपेक्षां **लापलंडांत** व **ग्रीनलंडांत** विशेष आहे. **सिबीरिया** देशाचे उत्तर भागांत अरुणप्रकाश पडावयाचा असला ह्मणजे प्रथमतः तेजाचे चकचकित स्तंभ उत्तरेकडे निघतात. नंतर पुढें वाढत जाऊन आकाशाचा पुष्कळ भाग व्यापितात. मग ते जिकडून तिकडून वेगानें निघून खस्वस्तिकपर्यंत सर्व आकाश व्यापितात, आणि त्यांच्या योगानें असें दिसतें, कीं जसा काय रत्नजडित सोन्याचा तंबु आकाशांत उभारला आहे. उत्तर ध्रुवाकडील देशाप्रमाणेंच दक्षिण ध्रुवाकडील देशांमध्यें हा अरुणप्रकाश पडतो.

अरुणप्रकाश उत्पन्न होण्यास काय कारण असावें ह्या गोष्टीविषयीं अनेक तऱ्हेचीं मतें आहेत; परंतु बहुतेकांचें मत आहे, कीं कृत्रिम विद्युतेपासून अरुणप्रकाशाप्रमाणें सर्व चमत्कार करतां येतात, त्या अर्थी अरुणप्रकाश स्वाभाविक विद्युतेचाच खेळ आहे. डाक्तर **फरदे** साहेबाचें ह्मणणें आहे, कीं विषुववृत्तापाशीं विद्युतेचा संचय झाला ह्मणजे ती सर्वत्र आपलें सारखें मान राहावें ह्मणून ध्रुवाकडे वाहूं लागते, आणि त्यामुळें अरुणप्रकाश पडतो. अरुणप्रकाश कोणत्या कारणानें पडत असेल तो असो; परंतु त्याचे

चमत्कार पाहण्याजोगे खरे. एकदां पहावें तों आकाशांत तेजाचे मोठमोठे मनोरे दिसतात. क्षणभर गेल्यावर पाहिलें असतां तेच मोठ्या मोठ्या खांबासारखे दिसतात. पुनः क्षणभरानें पहावें तों तेही नाहींसे होऊन काळोख पडतो. आणि कांहीं अवकाश झाला न झाला तों पुनः असा चमत्कारिक प्रकाश पडतो, कीं त्यासारखा प्रकाश आपण कधींही पाहिलाच नसेल. ह्याप्रमाणें अरुणप्रकाशाचा अपूर्व चमत्कार आहे. ह्यावरून ईश्वराचा महिमा व सामर्थ्य हीं अगाध आहेत असें सहज दिसतें.

तैजस धनुष्य.– तैजस धनुष्यें हीं पाहण्याची मोठी मौज आहे. हीं धनुष्यें कधीं कधीं अरुणप्रभेच्या पूर्वी किंवा तिचे बरोबर दृष्टीस पडतात; परंतु हीं धनुष्यें वरच्यावर दृष्टीस पडत नाहींत. मध्यें काळ पुष्कळ जातो. गेल्या तीस वर्षांत **टामस डिक** साहेबाच्या दृष्टीस हीं धनुष्यें चार पांच वेळां मात्र पडलीं. त्यांपैकीं सन १८४६ त आगष्ट महिन्याच्या सत्ताविसाव्या तारखेस रात्रीं नऊ वाजावयाचे सुमारास जें धनुष्य दृष्टीस पडलें तें फार भव्य व सुंदर होतें. ह्याचा परमोच्च प्रदेश दक्षिण क्षितिजापासून पंचाहत्तर अंशांवर होता. **टामस डिक** साहेबानें जीं आणखी दुसरीं धनुष्यें पाहिलीं त्यांप्रमाणें हेंही धनुष्य दक्षिण क्षितिजाकडे उतरत होतें, आणि त्यामुळें हें धनुष्य उगवतांना ज्या ताऱ्यापाशीं दिसत होतें त्याच्याखालीं एका घटकेनें बरेंच सरलें. ह्या धनुष्याचें एक शेवट पूर्वेपासून उत्तरेच्या बाजूला अकरा अंशांवर होतें, व दुसरें शेवट पश्चिमेपासून दक्षिणेच्या बाजूस अकरा अंशांवर होतें. ह्याप्रमाणेंच इतर धनुष्यांचा रोख होता. ह्या धनु-

ध्यांचा व अरूणप्रभेचा कांहीं संबंध आहे, हें उघड आहे, आणि अरूणप्रभेचींच रूपांतरें, हीं धनुष्यें आहेत, असें ह्मटलें असतां चालेल. लोहचुंबकाचे याम्योत्तर वृत्तावर तैजस धनुष्यें प्रायः लंब असतात, ह्यावरून असें दिसतें, कीं लोहचुंबक तत्वाचा व तैजस धनुष्याचा कांहीं संबंध असावा. १८४६ सांतील तैजस धनुष्याची रुंदी इंद्रधनुष्याच्या रुंदीपेक्षां अधिक होती व इंद्रधनुष्यांत जसे नानाप्रकारचे रंग दिसतात तसे ह्यांत नसतां स्वच्छ चकचकीत एक पांढरा रंग मात्र होता. हें तैजस धनुष्य उगवलें तेव्हां उत्तर व वायव्य ह्या दिशांकडे अरूणप्रभाही पडली; परंतु तिच्या चोहींकडे फांकलेल्या छटा फारशा लखलखीत नवत्या, व त्या फार थोड्या वेळपर्यंत होत्या. तैजस धनुष्य प्रथमतः पूर्वेकडे व पश्चिमेकडे मावळूं लागलें, आणि उगवल्यापासून सुमारें दोन घटिका झाल्या तों अगदीं नाहींसें झालें. भूपृष्ठापासून वर किती अंतरावर हीं तैजस धनुष्यें पडतात ह्याविषयीं नानातऱ्हेचीं मतें आहेत. **यूलर** साहेबानें आजमास केला आहे, कीं तीं पृथ्वीपासून सुमारें पांचशें कोसांवर होतात; **बास्कोविच** साहेबाचे मतानें तीं सुमारें चारशें कोसांवर होतात; **बर्गमन** साहेबाची दोनशें कोसांची आटकळ आहे, आणि डाक्तर **डाल्टन** साहेबाची पाऊणशें कोसांची आहे. आतां ही आटकळ बहुतकरून खरी असेलसें वाटतें. असो, ह्या उंच्यांपैकीं तैजस धनुष्यांचीं उंची वास्तविक कोणती असेल ती असो; परंतु एवढें सिद्ध दिसतें, कीं अरूणप्रभा, व तैजस धनुष्यें हीं दोनही एकेच कारणानें उत्पन्न होतात, त्या अर्थी त्या दोघांची उंची एकच असली पाहिजे.

वन्हिगोल हे उल्कांचीच एक जात आहे. हे कधीं कधीं आकाशांतून मोठ्या वेगानें जातांना दृष्टीस पडतात. हे समसीतोष्ण कटिबंधापेक्षां उष्णकटिबंधांत विशेष दृष्टीस पडतात. वन्हिगोलांचें स्वरूप कळण्याकरितां कितीएकांचें संक्षेपानें वर्णन करतों.

मिस्तर **बरहाम** साहेबानें असें सांगितलें, कीं मी **जमेका** बेटामध्यें एके दिवशीं संध्याकाळीं घोड्यावर बसून चाललों असतां कुलपी गोळ्याएवढा एक आगीचा गोळा मोठ्या वेगानें पडतांना पाहिला. मग तो जेथें पडला होता तेथें जाऊन पाहूं लागलों तों तेथची जमीन उल्लेली होती, व तेथें माणसाचीं डोकीं मावतील एवढालीं जमिनीला कितीएक भोकें पडून त्यांचे आसपासचें सर्व हिरवें गवत करपून गेलें होतें, व गंधकासारिखा कांहीं वासही येत होता. सन १६७६ चे सालीं **इटाली** देशामध्यें सूर्यास्तानंतर ४० मिनिटांनीं **बोनोनिया** शहराजवळ एक मोठा वन्हिगोल जातांना दृष्टीस पडला. हा इतक्या वेगानें चालला होता, कीं हिशोब करून पाहातां त्याची गति दर मिनिटांत ऐंशी कोस पडली. हा पृथ्वीपासून वर एकुणीस कोसांवर असावा असा आजमास झाला. हा सर्व **इटाली** देशावरून पार गेला, आणि शेवटीं **आड्रियाटिक** समुद्रावर थांबला. **इटालींतून** जात असतां ज्या ज्या ठिकाणांवरून गेला तेथें तेथें त्याच्या सुसाट्याचा शब्द ऐकू आला, व शेवटीं नाहींसा झाला, तेव्हां तोफेसारखा मोठा आवाज ऐकू आला. **बोनोनिया** शहरावरून जात असतां त्याचें एक अंग चंद्राएवढें व दुसरें अंग चंद्राचे दुप्पट दिसत होतें. हा एक मैल लांब व अर्धा मैल रुंद असावा.

सन १७८३ त आगष्ट महिन्याचे अठरावे तारखेस रात्रीं नऊ वाजतां ह्याच प्रकारचा एक अत्यंत चमत्कारिक व अतिशय मोठा असा वन्हिगोल दृष्टीस पडला. तो शेटलंड बेटांपासून थेट इंग्लिश आखातपर्यंत ग्रेटब्रिटनाच्या सर्व प्रांतांतील लोकांनीं व फ्रान्सांतील व इटालीच्या बहुतेक प्रांतांतील लोकांनीं पाहिला. त्याचा पृथ्वीवरून किमानपक्षीं पांचशें कोसांचा परित्वा झाला असेल. त्याचे कितीएक वेळां फुटून तुकडे झाले व ते पुनः एकत्र जमले. फुटण्यास प्रारंभ मुळीं इंग्लंड देशांत लिंकनशियर येथें झाला. हा वन्हिगोल असा कांहीं विलक्षण होता, कीं तो पाहतांच लोकांस आश्चर्य वाटून दहशत बसली. तो ब्रुसेलस् शहरावर आला, तेव्हां त्याच्या प्रकाशामुळें चंद्र अगदीं लाल दिसूं लागला व तारे तर मुळींच दिसेनासे झाले. शेवटीं हा गोल दिसेनासा झाला, तेव्हां कांहीं वेळानें मोठी गर्जना झाली. ती लिंकनशियर येथें फारच मोठ्यानें ऐकूं आली. हा गोल जात असतां त्याचा सुसाटा ऐकूं येत होता. ग्रीनविच शहरावरून दोन गोल एकमेकांशीं सम अंतरानें चालले होते, आणि त्यांचे मागून अणखी नवे आठ आले. प्रारंभीं त्यांचें तेज खूप लखलखीत होतें पण पुढें तेंच पिवळें होऊन त्यांत आसमानी, तांबड्या व हिरव्या रंगाच्या लकेरी दिसूं लागल्या. ह्या वन्हिगोलाच्या उंचीचा आजमास पसतीस कोसांपासून पंचेचाळीस कोसपर्यंत झाला, त्याच्या व्यासाचा एक कोशपर्यंत झाला व त्याच्या वेगाविषयीं तो दर मिनिटांत पांचशें कोस चालला असा आजमास झाला.

वन्हिगोलांच्या उत्पत्तीविषयीं कोणकोणतीं कारणें असावीं ह्या गोष्टीचें वस्तुगत्या अद्यापि अज्ञानच आहे; परंतु त्यांच्या गमनाचा वेग, त्या गोलांपासून ठिणग्यांचा व हलणाऱ्या ज्वालांचा उद्भव, अरूणप्रकाशांशीं त्यांचा संबंध (कारण, कीं अरूणप्रकाशानंतर वन्हिगोल बनून मोठ्या वेगानें जातांना दृष्टीस पडले आहेत) उत्तर दिशा किंवा वायव्य दिशा इकडेस किंवा त्या दिशांकडून त्यांची सामान्यतः गति इत्यादि गोष्टींवरून विद्वान लोकांनीं असें ठरविलें आहे, कीं हे गोल विद्युतपासून उत्पन्न होतात; परंतु वन्हिगोल व विद्युत हीं एकाच कारणानें घडतात असें ह्मणतां येत नाहीं, कारण, कीं विद्युतेनें जितकी घनता गोलांची असावी तिजपेक्षां त्यांची घनता कधीं कधीं अधिकही दृष्टीस पडली आहे.

उल्का.— आकाशांतून जे तारे तुटतांना आपल्या दृष्टीस पडतात त्यांस उल्का असें ह्मणतात. उल्केच्या मागें बहुतकरून तेजोमय पुच्छ असतें. उल्कांचें स्वरूप काय आहे, हें अद्यापि पक्केपणीं समजलें नाहीं. कारण, कीं उल्कापाताविषयीं विद्वान लोकांचीं पूर्वीं जीं मतें होतीं तीं आतां आलीकडे बदलत चाललीं आहेत. ब्रेसला शहरांतील प्रोफेसर ब्रान्डेस व त्याचे विद्यार्थी ह्यांनीं आलीकडे उल्कपातांविषयीं विचार करण्याकरितां वेध केले. त्यांवरून असें दिसतें, कीं कांहीं कांहीं उल्का पृथ्वीपासून वरतीं अडीचशें कोसांवर असतात, व त्यांची गति दर सेकंदास ९ कोस असते. थोड्या दिवसांमागें कांहीं देशांत आणि विशेषेंकरून अमेरिकेंत उल्कापाताचा विलक्षण चमत्कार दृष्टीस पडला, तो येणेंप्रमाणें. सन १८३३ त नोवेंबर

महिन्याच्या बारावे तारखेस अवशीं व तेराव्या तारखेच्या पहाटेस **बोस्टन**, **न्युयार्क** व दुसरीं कांहीं ठिकाणें एथें उल्कांचा वर्षाव झाला. त्यांच्या संख्येविषयीं आजमास करतां कळून आलें, कीं मध्यम मानानें हिम पडत असतां जितके त्याचे तुकडे पडतात त्यांचे निमे एकंदर उल्का पडल्या. कांहीं कांहीं ठिकाणीं त्यांविषयीं असा अजमास झाला, कीं त्या दर तासास छत्तीस हजार ह्या मानानें सात तासांत एकंदर दोन लक्ष बावन्न हजार पडल्या. **बोस्टन** शहरांत दोन लक्ष चाळीस हजार पर्यंत त्यांची गणना झाली. ह्याप्रमाणें हा चमत्कार थोड्याबहुत मानानें पुष्कळ जागीं दृष्टीस पडला. आणि तेव्हांपासून पुढें दर वर्षास बाराव्या नोवेंबरापासून पंधराव्या नोवेंबरपर्यंत ह्या रीतीनें हा दृष्टीस पडतो. ह्यावरून नोवेंबरचा उल्कापात असें प्रसिद्ध होऊन गेलें आहे. **अरागो** ह्या नांवाच्या फ्रेंच विद्वानाचें असें ह्मणणें आहे, कीं सूर्याभोंवतीं जसे निरंतर ग्रह फिरत आहेत तसे दुसरे लाखोलाख लहान लहान तेजोगोल टोळ्या टोळ्यांनीं किंवा एकएकटे त्याभोंवतीं फिरत आहेत. ते पृथ्वीच्या वाय्वावरणाच्या आंत आले ह्मणजे मात्र आपणांस उल्केच्या रूपानें दृष्टीस पडतात अशी कल्पना केली पाहीजे. दुसऱ्या तऱ्हेनें उल्कापतनाच्या उपपत्तीचा संभव दिसत नाहीं. **न्युहेबन** एथील डाकतर **आल्मस्टेड** ह्यानें सन १८३३ सांतील उल्कावर्षावाचा विशेष शोध करून कांहीं तर्क बांधले आहेत, ते येणेंप्रमाणें. ज्या जाग्यावरून उल्का मुळीं निघाल्या त्या जागेला पृथ्वीपासून एक हजार एकशें एकुणीस कोस अंतर होतें. उल्का वाय्वावरणाच्या आंत आल्या तेव्हां त्यांची गति दर सेकंदास चार मैल

होती. मोठमोठाल्या उल्कांचा व्यास अर्ध कोसापेक्षां कमी नसावा, व त्या सर्व उल्का, एकशें ब्यायशीं दिवसांत सुर्यासभोंवती प्रदक्षिणा करणारा जो आभ्राप्रमाणें दिसणारा पदार्थ त्याचे अंश असावे.

८ **प्रतिसूर्य.**–प्रतिसूर्य ह्मणजे सूर्याचे शेजारीं त्यासारखा तेजयुक्त व त्या एवढाच जो गोल कधीं कधीं दिसतो तो. एखादे वेळेस हे प्रतिसूर्य चार पांचही दृष्टीस पडतात; परंतु त्या सर्वांची लखलखी सारखी नसते, व इंद्रधनुष्याप्रमाणें त्यांजवर नानाप्रकारच्या रंगाच्या शिटा असतात. **रोम** शहरांत **स्कीनर** साहेवानें प्रतिसूर्य पाहिले. त्यांचा नकाशा खालीं काढला आहे. त्यांत **अ** हें पाहाणाराचें स्थान, **ब** त्याचा खमध्य, **क** वास्तविक सूर्य, **अ ब** रेषा ही खमध्य व सूर्यबिंब ह्यांतून जाणारें दृक्सूत्र. सूर्याच्या भोंवतीं दोन वृत्तें दिसत होतीं, तीं संपूर्ण नव्हतीं व त्यांचेवर इंद्रधनुष्याप्रमाणें चित्रविचित्र रंग होते. **ड ई फ** हें

धाकटें वृत्त, **ग ऐ** वृत्तापेक्षां विशेष पूर्ण होतें, व त्याचें **ड** टोंक जरी **फ** टोंकाला लागलेलें नव्हतें तरी तीं एक-

मैक्षांस लागावयाच्या बेतांत येत व कधीं कधीं लागतही. पलीकडचें मोठें वर्तुळ **ग ऐ** ह्याचे अंगीं दिसे न दिसे इतकें मात्र तेज होतें. त्यांत चित्रविचित्र रंग होते. पण ते अगदीं स्थीर नव्हते. तिसरें वर्तुळ फारच मोठें व पांढरें सफेत होतें. हें क्षितिजाशीं समांतर असून सूर्यमध्यांतून गेलें होतें. हें वर्तुळ व **ग के ऐ** वर्तुळ ह्या दोहोंच्या छेदन बिंदूवर **न** आणि **के**, असे दोन प्रतिसूर्य होते. ह्या प्रतिसूर्यांच्या मध्यभागाचें तेज कांहींसें सूर्याच्या तेजाप्रमाणेंच होतें; परंतु किनाऱ्यांवर इंद्रधनुष्याप्रमाणें नानाप्रकारच्या रंगांच्या छिट्टा मारलेल्या होत्या. **न** प्रतिसूर्य किंचित् हलत होता, व त्याला **न प** हें कांहींसें विस्तवासारिखें लाल रंगाचें पुच्छ होतें. **ल** स्थानीं **व म** स्थानीं प्रतिसूर्य दिसत होते, परंतु ते **न** आणि **के** प्रतिसूर्याइतके तेजस्वी नव्हते. ते वाटोळे होते व ज्या वर्तुळांत होते त्याच्या रंगाप्रमाणें त्यांचा रंग होता. **न** प्रतिसूर्य **के** प्रतिसूर्याचे पूर्वी मावळला, **ब म** प्रतिसूर्याचें तेज कमी होऊं लागलें तों **के** प्रतिसूर्याचें तेज वाढूं लागलें, आणि तो सगळ्यांचे मागून मावळला. प्रतिसूर्य दोनदोन तीनतीन व कधीं कधीं चारचार तासपर्यंत दृग्गोचर राहिले आहेत, व असें सांगतात कीं **नार्थ अमेरिकेंत** ते सूर्योदयापासून सूर्यास्तापर्यंत लागोपाठ कितीएक दिवसपर्यंत एकसारखे दिसत असतात.

६ **मेघगर्जना व विजा.**— हे भयंकर चमत्कार पृथ्वीवर सर्व ठिकाणीं होतात व सर्वांचे पाहण्यांतले आहेत. विजांच्या पावसांत कधीं कधीं मोठा वारा सुटतो; पण सामान्यतः ह्मटलें ह्मणजे विजांच्या पावसांत वारा

पडलेला असतो. विजांचा पाऊस पडावयाचा असला ह्मणजे प्रथमतः एक काळा ढग दृष्टीस पडतो, आणि तो आपल्याकडे दुसऱ्या ढगांस आकर्षीत असतो; तेणेंकरून त्याचे आकार मान व घनता हीं क्षणोक्षणीं वाढतात, शेवटीं तो वाढून मोठा झाला ह्मणजे पृथ्वीकडचें त्याचें अंग कांहीं कांहीं ठिकाणीं फुगतें, आणि त्याचे खालून लहान लहान ढग जातांना दृष्टीस पडतात. मेघ ह्याप्रमाणें जमत आहेत तों अकस्मात् काळोख पडून सर्व मेघ पृथ्वीकडे येतात. विजा इकडून तिकडे व तिकडून इकडे जात असतात, त्यामुळें पृथ्वीवर क्षणोक्षणीं चकचक होत असतें. मग पावसाच्या सरींवर सरी येतात व एखादे वेळेस गारांचीही वृष्टि होते. ह्याप्रमाणें कांहीं वेळपर्यंत वर्षाव झाला ह्मणजे ढगांची घनता कमी होऊन पाऊस बंद होतो. वाय्वावरणाच्या मध्यप्रदेशीं मेघ असले ह्मणजे विजांचा कडकडाट सामान्य चालतो, त्यामुळें जमिनीवर विजा बहुधा पडत नाहींत. कारण कीं वीज एके ढगांतून दुसरे ढगांत जात असते तेणेंकरून पृथ्वीवरील पदार्थांस विजेचें भय नसतें, परंतु जर तेच ढग पृथ्वीला लागले असले, वीज लंबरूपानें मेघापासून निघत असली, व वीज चमकल्यापासून तिचा आवाज ऐकूं येईपर्यंत मधचा अवकाश एक किंवा दोन सेकंदच असला, तर पृथ्वीवर विजेपासून धोका आहे असें समजावें. कारण कीं पृथ्वी टप्प्यांत असल्यामुळें वीज पृथ्वीकडे जाते, आणि ती जाऊं लागली ह्मणजे तिच्या वाटेंत असेल तें सर्व जाया होतें. वीज ज्या ढगांतून निघते तो पृथ्वीपासून किती दूर आहे, हें काढायाचें असल्यास अशी युक्ति करावी. वि-

जेचें चक झाल्यापासून कडकडाट ऐकूं येईपर्यंत मध्यें किती सेकंद जातात ते मोजावे. नंतर एक एक सेकंदास एक हजार एकशें बेचाळीस फुट ह्मणजें तीनशें ऐशीं यार्ड धरून गणित करावें. ह्याचें उदाहरण चक झाल्यापासून आवाज ऐकूं येईपर्यंत मध्यें दोन सेकंद गेले तर समजावें, कीं सातशें साठ यार्डांपलीकडे वीज चमकली, तीन सेकंद गेले तर अकराशें चाळीस यार्डांपलीकडे चमकली, व चार सेकंड गेले तर सत्राशें दहा यार्डांपलीकडे ह्मणजे पृथ्वीपासून वरतीं सुमारें अर्ध कोशावर वीज चमकली.– विजांच्या तुफानांत विजेचे तीन प्रकार आढळतात. त्यांपैकीं प्रथम प्रकारची वीज स्वरूपानें अगेच्या लोळाप्रमाणें असून मोठ्या वेगानें चालत असते. ती पराकाष्ठेची नाश करणारी होय. तिच्या तडाक्यांत शेतें सांपडलीं असतां जळून जातात, व गुरें ढोरें आणि माणसें ताबडतोब प्राणास मुकतात. दुसऱ्या प्रकारची वीज वक्रगतिक असते, व विजांचे तुफानांत फारकरून तीं आढळतेच. ही नाश करणारी आहे खरी, परंतु पहिल्या प्रकारच्या विजेपेक्षां कमी. तिसऱ्या प्रकारच्या विजेस चादरवीज ह्मणतात. ही आकाशांत पुष्कळ प्रदेशभर एकाएकीं चकाकते. ह्या विजेपासून कोणास उपद्रव झाला असें पाहण्यांत नाहीं.

विद्युत् (इलेक्त्रिसिटी) व वीज हीं दोन्ही एकच आहेत असें आतां अगदीं निर्विवाद सिद्ध झालें आहे. विद्वान् लोक प्रथमतः विद्युत् विषयीं विचार करूं लागले, तेव्हांच त्यांनीं असा तर्क केला होता. कारण, कीं विद्युत्वाहकांवर विजेचा प्रवेश आधीं होतो, विद्युत् प्रमाणेंच विजेपासून वा-

हक पदार्थांचा नाश होतो, वीज पडली ह्मणजे ती झाडें, देवळाचीं शिखरें इत्यादिक उंच उंच पदार्थ जवळ असतां त्यांवर पडते, विद्युतेच्या ठिणग्यांच्या वक्र आकाराप्रमाणेंच दुसऱ्या प्रकारच्या विजेचा आकार असतो, विद्युत प्रमाणेंच विजेपासून स्नायूंवर परिणाम घडतात, विद्युतेनें लोहचुंबकाच्या ध्रुवांत भेद पडतो तसाच विजेनेंही पडतो, इत्यादिक गोष्टी त्यांच्या दृष्टीस पडत; परंतु पुढें डाक्तर **फ्रांकलिन** साहेबानें साक्षात् परिचय पाहाण्याकरितां ह्या गोष्टीची परीक्षाच केली, ती येणेंप्रमाणें.— त्यानें विजांचा कडकडाट चालला असतां एका पतंगाच्या शिरावर धातूचा तुकडा बसवून तो उंच उडविला, तेव्हां पतंगास बांधलेली दोरी ओली केली होती त्यामुळें तिचे खालचे शेवटाला बांधलेल्या किल्लींतून विद्युतेच्या ठिणग्या निघूं लागल्या.

विजेपासून बचाव करण्याविषयीं नियम.— रानांतून हिंडत असतां झाडापासून तीस पसतीस हात अंतरावर असावें. कारण, कीं सखल पदार्थापेक्षां उंच पदार्थावर वीज पडण्याचा संभव विशेष आहे, ह्मणून वीज पडली तर ती झाडावर पडून आपला बचाव होईल. मोकळ्या रानांतून हिंडत असतां तळें, नदी किंवा दुसरें कोणतेंही जलाशय ह्यांपासून दूर असावें. कारण, पाणी विद्युतेचें वाहक आहे, ह्यामुळें जरकरितां वीज पडलीच तर शेजारीं बसल्यामुळें आपणांस उपद्रव करील. विजांचे तुफानांत पाऊस चुकविण्याचा यत्न करूं नये. कारण कोरड्यापेक्षां भिजून चिंब झालेल्या माणसास भय कमी. घरांत बसणें तरी आढ्याचा किंवा उंच उंच जागेचा जेथें लगत संबंध असेल

तेथें व विद्युत्वाहक पदार्थांचे शेजारीं बसूं नये. घरांत अत्यंत निर्भय जागा ह्मटली ह्मणजे एकाद्या मोठ्या खोलीचा मध्य-भाग, तेथे कांबळा टाकून स्वस्थ बसावें; व त्या जागीं विद्युत्वाहक पदार्थांपैकीं कांहीं ठेवूं नये.

समाप्त.